



Estudo de Viabilidade Económica de um Projeto na Indústria de injeção de plástico e Implementação de Ferramentas Lean

José Miguel Moreira Vilas Boas

UMinho | 2021



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

José Miguel Moreira Vilas Boas

Estudo de Viabilidade Económica de um
Projeto na Indústria de injeção de plástico e
Implementação de Ferramentas *Lean*

Dezembro de 2021



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

José Miguel Moreira Vilas Boas

**Estudo de Viabilidade Económica de um Projeto
na Indústria de injeção de plástico e
Implementação de Ferramentas *Lean***

Dissertação de Mestrado
Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor José Pedro Domingues Teixeira

dezembro de 2021

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositórioUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição

CC BY

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento e conclusão deste projeto de dissertação contou com o suporte emocional e presencial de várias pessoas importantes. Suporte esse que foi crucial e que por esse motivo gostaria de lhes agradecer uma vez que num cenário em que esse apoio não tivesse existido, a realização deste trabalho não teria sido possível.

Primeiramente quero agradecer a todas as pessoas da InovePlastika,SA, principalmente ao Sr. Engenheiro Bruno Lopes que sempre se mostrou disponível para me ajudar independentemente da sua disponibilidade, a ele um grande abraço e um obrigado a todos os colaboradores que foram fundamentais para que fosse possível compreender e enquadrar todos os processos.

Do meu orientador, o Professor Doutor José Pedro Teixeira, levo um sentimento de gratidão pela colaboração e orientação ao longo de todos estes longos meses.

Aos meus amigos mais chegados que sempre contribuíram para o melhor equilíbrio possível entre a elaboração deste trabalho e a vida social.

Por último, mas não menos importante, um agradecimento muito especial ao meu pai, à minha mãe e ao meu irmão que sempre acreditaram em mim e me motivaram a concluir finalmente esta etapa. Este trabalho também é muito vosso.

Do fundo do meu coração, o maior Obrigado!

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

RESUMO

Esta dissertação realizada no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial foi levada a cabo na InovePlastika,SA, empresa produtora de componentes poliméricos para a indústria automóvel, e o objetivo principal incidiu na implementação de ferramentas *Lean* nas áreas em estudo seguida de um estudo de viabilidade económica a um projeto de investimento de modo a aumentar a eficiência.

Durante o desenvolvimento deste projeto foi aplicada a metodologia de investigação Action-Research que foi bastante importante para estruturar o trabalho e facilitar a organização de informação. Inicialmente procedeu-se a uma revisão bibliográfica acerca da filosofia *lean* e a suas ferramentas de análise e de intervenção. À medida que a informação era obtida, deu-se início ao ponto de situação do estado atual, descrevendo o sistema produtivo e apresentando o *layout* da zona de produção até à aplicação de princípios e ferramentas *Lean Production*.

A fase de diagnóstico é principiada com uma caracterização geral do sistema produtivo da empresa, onde são apresentadas as diferentes secções e o fluxo de materiais existente entre elas, realizando-se um diagnóstico ao estado atual da unidade fabril, através da recolha de informações e observação direta dos processos nas áreas da injeção e na área da mistura de granulado de plástico e respetivas produções. Na etapa seguinte foram apresentadas algumas propostas de melhoria que visam combater os problemas referidos. Propostas estas que se baseiam nas ferramentas *lean* e de qualidade como o *standard work*, os 5S, a gestão visual, análise de Pareto e diagrama de Ishikawa.

A aplicação das propostas sugeridas possibilitou otimizar o processo produtivo. A análise aos defeitos permitiu à empresa identificar e apurar as causas dos diferentes tipos de produtos não conformes, permitindo que diminua o valor dos custos de não conformes. Relativamente à secção de injeção foram identificadas algumas falhas relativas a falta de identificação e falta de equipamentos pelo chão de fábrica. Na secção de misturas foi desenvolvido uma aplicação Excel de ajuda ao planeamento desta área fornecendo também informações pertinentes que auxiliam na tomada de decisão devido a falta de capacidade de produção. Foi também realizada uma análise de investimento a esta secção que permite a empresa aumentar o seu volume de produção em 14%, bem como todos os parâmetros de decisão relativos a esta análise.

PALAVRAS-CHAVE

Lean production, Gestão Visual, *standard work*.

ABSTRACT

This project, carried out under the Integrated Master's in engineering and Industrial Management, was developed at InovePlastika,SA, a company that produces polymeric components for the automotive industry, and the main objective focused on the implementation of Lean tools in the areas under study, followed by an economic viability study to an investment project in order to increase efficiency.

During the development of this project, the research methodology "Action-Research" was applied, which was very important to structure the work and ease information compilation. Initially, a literature review was carried out on lean philosophy and its analysis and intervention tools. As the information was obtained, the current system analysis was initiated, from describing the production system and the production zone layout to the implementation of analysis tools Lean Production.

The diagnosis phase begins with a more general description of the company's production system where the different sections and the flow of materials between them are presented, carrying out a diagnosis of the current state of the manufacturing unit, through the collection of information and direct observation of processes in the areas of injection and in mixing plastic granules and their respective productions. In the next step, some improvement proposals were suggested to face and address the problems identified. These proposals are based on lean and quality tools such as standard work, the 5S, visual management, pareto analysis and Ishikawa diagram.

The application of the suggested proposals made it possible to optimize the production process. The analysis of defects allowed the company to identify and investigate the causes of different types of non-conforming products, allowing it to reduce the value of non-conforming costs. Regarding the injection section, some failures were identified regarding lack of identification and lack of equipment on the factory floor. In the mixtures section, an Excel application was developed to aid the planning of this area, also providing pertinent information that aids in decision making due to the lack of production capacity. An investment analysis was also carried out on this section, which allows the company to increase its production volume by 14%, as well as all the decision parameters relating to this analysis.

KEYWORDS

Lean production, Visual Management, standard work.

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Índice.....	vii
Índice de Figuras.....	x
Índice de Tabelas	xii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	xiii
Introdução.....	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos.....	3
1.3 Metodologia de Investigação.....	3
1.4 Estrutura da dissertação.....	4
2. Revisão bibliográfica	6
2.1 O conceito <i>Lean</i>	6
2.2 Toyota Production System	6
2.3 <i>Lean Production</i>	9
2.4 Princípios <i>Lean</i>	9
2.5 Desperdícios	10
2.6 Ferramentas <i>Lean</i>	13
2.6.1 <i>Kaizen</i>	13
2.6.2 Ciclo PDCA.....	13
2.6.3 Metodologia 5S.....	14
2.6.4 Gestão Visual.....	15
2.6.5 TQM.....	17
2.6.6 <i>Standard Work</i>	17
2.6.7 Análise <i>SWOT</i>	19
2.7 Estudo de Viabilidade Económica de um Projeto.....	20
2.7.1 Análise de custos.....	21

2.7.2	Valor Atual Líquido (VAL).....	21
2.7.3	Taxa Interna de Rentabilidade (TIR).....	22
2.7.4	Período de Recuperação do Investimento (PRI)	22
2.7.5	Classificação de Projeto	23
2.7.6	Fases de desenvolvimento	24
2.7.7	Análise de Sensibilidade	24
3.	Apresentação da empresa.....	26
3.1	História da Empresa.....	26
3.2	Identificação e Localização da Empresa.....	27
3.3	Missão e principais objetivos	28
3.4	Estrutura Organizacional	28
3.5	Principais produtos mercado e clientes.....	29
4.	Descrição e Análise ao Sistema de Produtivo.....	32
4.1	<i>Layout</i> Fabril	33
4.2	Descrição da secção da injeção.....	34
4.2.1	Postos de trabalho.....	36
4.2.2	Planeamento da Produção e Fluxo de Informação	37
4.2.3	Análise aos produtos	38
4.2.4	Análise aos defeitos	40
4.2.5	Falta de aplicação de 5S e Gestão visual.....	46
4.3	Descrição da secção das misturas.....	48
4.3.1	Planeamento e Fluxo de Informação	51
4.3.2	Investimento.....	52
5.	Propostas de melhoria	55
5.1	Propostas de melhoria aos defeitos	55
5.2	Aplicação Excel nas misturas.....	59
5.3	Plano de investimento	62
5.3.1	Premissas Investimento	63
6.	Conclusão	68
6.1	Observações finais	68

6.2 Sugestões de trabalho para o futuro	70
Referências Bibliográficas	72
Anexo I – Organigrama Geral da empresa	75
Anexo II – Fluxograma do Sistema Produtivo	76
Anexo III – Fluxograma da secção de misturas e Abastecimento.....	77
Anexo IV – Folha Excel Cálculo Consumos	78
Anexo V – Folha Excel Máquinas Mistura	79
Anexo VI – Consumo de matéria-prima anos anteriores	80
Anexo VII – Tempo produção misturas anos anteriores.....	82
Anexo VIII – Comparação Ganhos Secção misturas	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Casa do TPS	8
Figura 2 - Os 7 Desperdícios	11
Figura 3 - Ciclo PDCA	14
Figura 4 - Os 5S	14
Figura 5 - Exemplo de Quadro de controlo e comunicação visual	16
Figura 6 – Exemplo de uma folha de <i>Standard Work</i>	19
Figura 7 - Matriz da análise <i>SWOT</i>	20
Figura 8 - Instalações da Inoveplastika,SA	27
Figura 9 - Excerto do Organigrama geral da Empresa	29
Figura 10 - Exemplo de produtos injetados	29
Figura 11 - Mercado de atuação da InovePlastika	30
Figura 12 - Principais clientes da empresa	31
Figura 13 - Layout da unidade fabril	33
Figura 14 - Secção de Injeção	35
Figura 15 - Máquina de injeção	36
Figura 16 - Diagrama de Pareto do volume de produção de 2020	39
Figura 17 - Diagrama de Pareto dos custos de produção de 2020	40
Figura 18 - Gráfico da Produção de não conformes	41
Figura 19 - Gráfico do custo de não conformes	42
Figura 20 - Diagrama de Pareto - Defeitos família GKN	44
Figura 21 - Diagrama Causa-Efeito peças ratadas	45
Figura 22 - Diagrama Causa-Efeito peças raiadas	45
Figura 23 - Carro de ferramentas utilizado no setup	46
Figura 24 - Armazém de moldes	47
Figura 25 - Exemplo de materiais	48
Figura 26 - Layout da secção de misturas e estufas	49
Figura 27 - Máquina de Moagem de granulado plástico	49
Figura 28 - Máquina de mistura e dosagem de granulado de plástico	50
Figura 29 - Fluxograma de abastecimento de máquinas	51

Figura 30 - Interface aplicação Excel	62
Figura 31 - Organigrama geral da empresa	75
Figura 32 - Fluxo de informação da unidade fabril	76
Figura 33 - Fluxograma do sistema produtivo secção de misturas.....	77

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Análise <i>SWOT</i>	32
Tabela 2 - Defeitos Família GKN 2020	43
Tabela 3 - Capacidade de produção secção misturas	53
Tabela 4 - Tabela Disponibilidade máquinas mistura	53
Tabela 5 - Ações de melhoria sobre efeitos de peças ratadas	56
Tabela 6 - Ações de melhoria sobre efeitos de peças raiadas.....	57
Tabela 7 - Novo processo secção misturas.....	63
Tabela 8 - Produção com nova máquina	63
Tabela 9 - Pressupostos financeiros	64
Tabela 10 - Plano de investimento	65
Tabela 11 - Receitas anuais geradas	65
Tabela 12 - Custos anuais	65
Tabela 13 - Fluxos Financeiros.....	66
Tabela 14 - Indicadores de Viabilidade Económica	67
Tabela 15 – Excerto folha Excel consumos.....	78
Tabela 16 - Folha Excel mistura semanal	79
Tabela 17 - Folha Excel consumo matéria-prima	80
Tabela 18 - Folha Excel tempos de produção	82
Tabela 19 - Folha Excel comparação ganhos reais.....	84

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

GM – General Motors

PA – Produto Acabado

TO – Tempo de Operação

TQM – *Total Quality Maintenance*

TPS – Toyota Production System

COVID-19 – Corona Virus Disease 2019

PDCA – Plan, Do, Check, Act

TT – Takt Time

WIP – *Work in Progress*

FCP – Fluxo de Caixa do Projeto

VAL – Valor Atual Líquido

TIR – Taxa Interna de Retorno

PRI – Período de Recuperação do Investimento

SWOT – *Strenghts, Weaknesses, Opportunities and Threats*

TR – Tempo de Recuperação

TMA – Taxa mínima de Atratividade

INTRODUÇÃO

Neste capítulo apresenta-se um enquadramento relacionado com o tema “Estudo de Viabilidade Económica de um Projeto na Indústria de injeção de plástico e implementação de ferramentas *Lean*”, assim como uma apresentação breve da empresa. Também se apresentam os objetivos do projeto de estudo, a metodologia de investigação utilizada e a estrutura do documento da dissertação.

1.1 Enquadramento

A indústria está em constante evolução, o que faz com que haja um acréscimo contínuo de um mercado mais competitivo. A fim de enfrentarem essa competitividade e de forma a se afirmarem com sucesso no exigente mundo empresarial, as empresas têm vindo a apostar com mais frequência na melhoria dos seus processos produtivos, respondendo de forma mais rápida e eficaz, nunca colocando a qualidade dos produtos em causa, mas baixando o custo de produção dos mesmos (Alves, 2007). Assim, pode dizer-se que o objetivo principal de grande parte das empresas é produzir mais, com menos recursos, de forma mais rápida e eficiente.

Deste modo, este setor encontra-se num crescimento e transformação contínuos, de maneira a se manter competitivo. Para manter essa competitividade, é necessário investir na inovação.

Wang & Wang (2012) referem que a inovação é um fator importante para que as empresas continuem a gerar valor e a manterem-se competitivas num mercado que se torna cada vez mais complexo e desafiante. Sugerem também que as empresas que adquirirem uma maior capacidade de inovação terão uma maior capacidade em satisfazer os seus clientes.

Neste contexto procedeu-se ao estudo da hipótese de melhoria do processo produtivo da empresa, através da análise do mesmo com o auxílio de indicadores de desempenho. De acordo com Carvalho (2008), o tempo de processamento, o tempo de ciclo, o *takt time* e a produtividade podem ser também indicadores que ajudem a avaliar a dinâmica e eficiência do processo produtivo.

A implementação de metodologias *lean* permitem identificar desperdícios e fazer com que estes sejam reduzidos ou eliminados por completo. O *lean production* é um modelo organizacional que tem como principal objetivo corresponder a todas as expectativas do cliente, com a melhor qualidade possível.

De acordo com Womack *et al.* (1991), esta filosofia consiste num paradigma de melhoria contínua, que visa a eliminação de desperdícios ocorrentes na produção para que seja possível aumentar a produtividade.

Os 5S's, gestão visual, *kaizen*, *standard work* e *value stream mapping* são as principais ferramentas que quando aplicadas corretamente se traduzem no sucesso da aplicação desta metodologia (Agustiady & Cudney, 2016).

Através das ferramentas da qualidade é possível recolher dados sobre incidentes dos processos e sobre o seu estado atual e, em seguida, transformá-los em informações necessárias para manter e/ou aumentar a capacidade operacional para satisfazer os requisitos de qualidade. Os projetos de melhoria da qualidade são muitas vezes caracterizados pelo objetivo de reduzir a variabilidade e atingir uma produção de zero defeitos. Se um produto não estiver em conformidade com estes requisitos, a tendência geralmente é culpar o processo e, em seguida, agir para melhorar a capacidade do processo.

Tendo como objetivo primordial a rentabilização dos seus recursos, que assenta essencialmente nos conceitos e ferramentas do Lean Production. A implementação desta política permite a melhoria do fluxo produtivo e maximização na utilização dos seus recursos, focando-se na redução do desperdício e custos inerentes.

Este trabalho foi desenvolvido na InovePlastika,SA. que é uma empresa que se insere no ramo da indústria de injeção de plásticos, tal como quase todas as empresas nacionais, está a ser negativamente afetada devido à crise pandémica do Corona Virus Disease 2019 (COVID-19) que se instalou no final do ano de 2019, no entanto têm-se tentado adaptar sempre às exigências do mercado, e tem conseguido obter bons resultados. O principal destino dos produtos é a indústria automóvel e visto que neste sector existe uma elevada concorrência, é necessário incutir nos seus colaboradores a necessidade de melhoria constante dos seus processos produtivos com o objetivo de manter a sua competitividade no mercado.

A empresa definiu como objeto de estudo a hipótese de melhoria do processo produtivo através da análise dos vários indicadores de desempenho, e em seguida proceder às mudanças necessárias para que essa melhoria seja atingida com sucesso, com o principal foco em reduzir ou eliminar a ocorrência de não conformidades para que consequentemente se evitem desperdícios e ocorra um aumento da produtividade.

1.2 Objetivos

O objetivo principal do projeto é o de aumentar o desempenho dos processos mais críticos do processo produtivo, documentando e padronizando todos os procedimentos e melhorias que terão de ser feitas, para, em equipa, superar o desempenho atual da organização.

De forma a atingir o objetivo principal do projeto que visem melhorar o sistema produtivo (processo de injeção e processo de mistura), será necessário cumprir com os seguintes objetivos específicos:

- Identificar, criar e simplificar fluxos de produção e de informação;
- Redução de desperdícios na empresa;
- Reduzir defeitos;
- Otimização da gestão visual;
- Normalização das atividades;
- Aumentar a produtividade;

De modo a concretizar o objetivo proposto, revelou-se necessário:

- Descrever e analisar o estado atual dos processos produtivos da empresa;
- Desenvolver aplicações Excel que permitissem compreender os consumos de materiais;
- Normalizar o abastecimento através da introdução de sistemas de gestão visual;

O objetivo final será a elaboração de propostas de melhoria para o sistema em análise, e, se possível implementar essas mesmas melhorias.

1.3 Metodologia de Investigação

A metodologia de investigação que mais se enquadra nas características e necessidades deste projeto é a Action-Research (Pesquisa-Ação). Esta metodologia baseia-se em conciliar a compreensão do conhecimento teórico existente com a ação prática no campo de trabalho. Neste caso, o investigador pode ser também participante na proposta, desenvolvimento e implementação de soluções, estando completamente envolvido no ambiente organizacional (Herr & Anderson, 2014).

Segundo esta metodologia, as ações e intervenções devem seguir um ciclo em espiral de forma que o conhecimento sobre um determinado problema seja cada vez maior, permitindo assim que o

conhecimento teórico acumulado solucione o problema. Este ciclo tem quatro diferentes fases, sendo elas (Herr & Anderson, 2014):

- Diagnosticar o estado atual e desenvolver um plano de ação para o melhorar;
- Agir, implementando o plano desenvolvido;
- Observar e avaliar os efeitos do plano implementado;
- Refletir sobre esses efeitos e elaborar um novo plano de ação subsequente, havendo uma sucessão de ciclos em espiral até se chegar à solução final.

Respeitando a metodologia utilizada, na primeira fase foi feito o diagnóstico do estado atual dos processos produtivos da organização, recorrendo a ferramentas visuais para o expressar. Após toda a informação relevante para o projeto ser tratada, o estado atual estar devidamente representado, e estarem identificadas as principais oportunidades de melhoria, foi desenvolvido um plano de ação que priorizou os processos com maior quantidade de desperdício associado. Posteriormente, implementou-se o plano de ação mencionado, avaliando e observando os efeitos que este teve nos processos produtivos escolhidos. Por fim, através da documentação e da análise crítica aos resultados obtidos, foi cumprida a última etapa do ciclo desta metodologia.

1.4 Estrutura da dissertação

Esta dissertação está organizada em seis capítulos.

O presente capítulo (Introdução) começa por caracterizar e justificar o projeto, enquadrando a situação atual da indústria de injeção de plásticos. É também neste capítulo que são representados os objetivos do projeto de dissertação, a metodologia de investigação utilizada e a forma como o documento está organizado.

O segundo capítulo engloba a revisão bibliográfica realizada para a elaboração da dissertação. Esta revisão incide principalmente em temas relacionados com a história da filosofia lean e as suas ferramentas.

O terceiro capítulo apresenta a empresa onde foi realizado o projeto de dissertação, descrevendo a sua atividade, situações vivenciadas nos últimos anos, fornecedores, clientes, matérias-primas, produtos finais, grupo empresarial a que pertence, processos produtivos, missão e principais objetivos.

No quarto capítulo apresenta-se o ponto de situação do sistema atual, através da explicação do sistema produtivo associado à produção de componentes poliméricos e da discussão de problemas encontrados após a aplicação de ferramentas de diagnóstico.

Após a identificação dos problemas, no capítulo 5 apresentam-se todas as propostas de melhoria estudadas e desenvolvidas para o contexto produtivo da empresa. Corresponde à análise dos resultados obtidos após aplicação das propostas anteriormente apresentadas, evidenciando melhorias ou potenciais benefícios encontrados.

Por último, o sexto capítulo refere as conclusões relacionadas com o trabalho efetuado e também apresenta algumas ideias para trabalho futuro.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo encontra-se a revisão bibliográfica que incide principalmente sobre temas relacionados com a história da filosofia lean e as suas ferramentas.

2.1 O conceito *Lean*

O conceito *Lean* tem como base o *Toyota Production System* (TPS) (Ohno, 1988) e é considerado um sistema sociotécnico que tem como objetivo eliminar qualquer forma de desperdício e reduzir a variabilidade associada aos processos internos, fornecedores e clientes de uma organização. Este conceito incentiva a utilização de várias práticas de gestão organizacional e ferramentas visuais, de forma que as organizações consigam alcançar os seus objetivos e, conseqüentemente, serem mais competitivas (Mostafa *et al.*, 2013)

O termo “*Lean*” foi referido pela primeira vez por Krafcik em 1988 e, posteriormente, no livro “*The machine that changed the world*” (Womack *et al.*, 1990). Os autores começaram a usar este termo para fazer referência ao TPS

Desde então, o conceito foi aplicado a várias organizações, mostrando-se extremamente benéfico e adaptável a qualquer tipo de setor industrial. Uma grande parte dos documentos teóricos desenvolvidos recentemente, relacionados com este tema, demonstram que as organizações *Lean*, a nível operacional, são mais competitivas do que as organizações que ainda não implementaram este conceito, fazendo com que o mesmo seja cada vez mais estudado e implementado nas organizações a nível mundial (Mostafa *et al.*, 2013)

2.2 Toyota Production System

Atualmente a Toyota, fundada pelo japonês Sakichi Toyoda e mais tarde assumida pelo seu filho Kiichiro Toyoda no início do século XX, representa uma das maiores companhias automóveis do mundo, uma vez que produz e vende os seus carros globalmente. Contudo, nem sempre foi assim. Em meados do século XX, a Toyota era uma pequena empresa que apenas fabricava e vendia os seus carros exclusivamente no Japão (Wada, 2020).

Segundo Wada (2020), a *General Motors* (GM) fabricou cerca de 5 milhões de carros em 1955, enquanto na Toyota apenas se produziram cerca de 23.000 carros no mesmo ano.

Os métodos de produção de Henry Ford baseavam-se na produção em massa a um baixo custo, o que inspirou engenheiros japoneses a evoluírem o TPS de maneira que conseguissem produzir em massa produtos de alta qualidade, alterando alguns aspetos da abordagem de Ford. Em substituição da linha de montagem, os japoneses inseriram o método de fluxo de produção contínua (Wada, 2020).

Wada (2020) acrescenta que apesar do conceito de fluxo de produção ter apresentado um efeito gradual na forma como a empresa japonesa operava, a sua afirmação ainda enfrentou alguns desafios relativamente à tentativa de replicar os métodos de Ford. O facto de produzir uma grande variedade de produtos complexos, forçou a empresa a usar materiais de baixa qualidade com um número reduzido de equipamentos para produção.

Foi com a intervenção do engenheiro Taiichi Ohno que se implementou de forma gradual o conceito de produção em pequenos lotes, que visava reduzir o custo, eliminando desperdícios. Foi então durante os anos 80 que o volume de exportação da empresa japonesa aumentou rapidamente. O resultado desta mudança de mentalidade resultou numa maior capacidade em produzir automóveis com alguma variedade em volumes mais baixos e a um menor custo, o que chamou atenção significativa por parte de estudantes académicos e jornalistas, que concluíram que a Toyota conseguia produzir automóveis de elevada qualidade a um preço competitivo, através do desenvolvimento e implementação do TPS (Wada, 2020).

Ohno (1988) definiu o TPS como um sistema produtivo capaz de fornecer ao cliente o produto com a melhor qualidade, menor custo e o *lead time* mais curto, através da eliminação dos desperdícios.

Segundo Marksberry (2012), Taiichi Ohno ilustra os princípios da empresa através da conhecida *Toyota House* (Figura 1). A casa é construída utilizando quatro princípios: *Standardization*, *Just-In-Time*, *Jidoka* e *Kaizen*. Esta ilustração teve como propósito demonstrar aos fornecedores sobre como a estrutura do TPS se equipara a uma casa, em que nenhuma parte da casa pode ser construída sem a outra, e como é importante construí-la de baixo para cima.

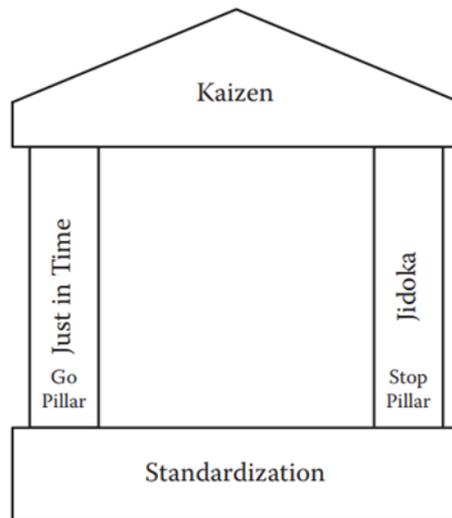


Figura 1- Casa do TPS

(Dennis, 2005)

Kaizen significa melhoria contínua. Também se refere a uma série de atividades com o objetivo de eliminar desperdícios a um custo mínimo.

Jidoka está associado à capacidade das linhas de produção para pararem sempre que ocorrem eventos de mau funcionamento, tais como defeitos nos equipamentos, problemas na qualidade ou atrasos na produção detetados por máquinas capazes de identificar anomalias ou por trabalhadores.

Just-In-Time refere-se à produção do estritamente necessário, apenas na quantidade necessária. Isto contribui para uma maior eficiência e uma resposta mais rápida a mudanças.

Standardization situa-se como uma das mais básicas ferramentas de gestão que as organizações podem usar para minimizar o uso de recursos. É o processo de estabelecer padrões, atividades e/ou instruções de trabalho que garantem o sucesso após a sua execução.

De acordo com Marksberry (2012), os princípios do TPS são universais a todo o tipo de organizações, desde o setor empresarial até ao industrial. Estes princípios básicos representam as regras a serem seguidas quando é necessário tomar decisões. Se cada pessoa partilhar as mesmas regras, as decisões serão constantemente efetuadas de acordo com as metas e os objetivos da empresa.

2.3 *Lean Production*

Foi no livro *The machine that changed the world* que o termo *lean production* surgiu pela primeira vez, onde são descritas as técnicas desenvolvidas pelos japoneses na indústria automóvel. Uma vez que tanto a produção em massa como a artesanal apresentam características bastante rígidas, esta filosofia tem como principal objetivo combater as mesmas, que ainda estão presentes atualmente no mundo industrial. Resumidamente, a flexibilidade produtiva, as características polivalentes utilizadas pelos trabalhadores e uma automação otimizada dos processos são as principais vantagens do *lean* que consequentemente corresponderão a uma maior satisfação por parte dos seus clientes (Womack *et al.*, 1991).

A *lean production* também pode ser definida como um sistema capaz de organizar e gerir o desenvolvimento de um produto, operação, fornecedores e a relação com o cliente, sempre com o objetivo de reduzir a utilização de recursos humanos, espaço e tempo durante a produção de um produto e assim diminuir a ocorrência de não conformidades para desta forma satisfazer as necessidades dos seus clientes de uma maneira mais eficaz comparativamente à abordagem utilizada na produção em massa (Kerber & Dreckshage, 2011).

2.4 *Princípios Lean*

De acordo com (Womack & Jones, 1997), para que a implementação da metodologia *lean production* seja bem-sucedida, existem cinco princípios que devem ser seguidos:

- **Identificação de valor (*Value*)**: este é considerado o ponto de partida crítico para a implementação *lean*. A sua definição surge através do diálogo com clientes específicos que definem as características e requisitos que procuram num produto específico e quais os preços que estariam dispostos a pagar pelo mesmo. Portanto, todas as ações que não acrescentem valor na perspetiva do cliente devem ser consideradas como desperdícios e consequentemente eliminadas.

- **Identificação da cadeia de valor (*Value Stream*)**: representa o próximo passo a ser tomado no *lean thinking*, um passo que as empresas normalmente nunca tomam, mas que praticamente todas as vezes que é aplicado, é capaz de expor grandes quantidades de desperdício. Especificamente, a identificação de valor irá quase sempre demonstrar três tipos de atividades ou ações que ocorrem ao longo da cadeia de valor:

- Atividades que acrescentam valor são aquelas que são indispensáveis para a produção do produto ou família de produtos exigidos pelo cliente, e normalmente correspondem a uma reduzida percentagem do tempo total de produção.

- Atividades que não acrescentam valor, mas que são inevitáveis tendo em conta as ferramentas que são aplicadas no *lean*, como atividades associadas a inspeções e a controlo de qualidade, e que por isso deve ser estudada a redução dessas mesmas atividades, sem comprometer os requisitos do produto final.

- Por fim existe o tipo de atividades que não acrescentam qualquer tipo de valor e que por essa razão devem ser totalmente eliminadas.

- **Fluxo contínuo de produção (*Flow*):** Após o valor ser precisamente definido, a cadeia de valor ser bem identificada e as atividades que não acrescentam valor eliminadas, chega a altura de fazer com que as atividades restantes que acrescentam valor fluam de uma forma contínua ao longo de todo o processo produtivo, eliminando desperdícios como esperas e movimentações.

- **Implementação de um sistema puxado (*Pull*):** consiste em adaptar a produção de acordo com a procura do cliente, ou seja, produzir apenas o necessário relativamente ao que o cliente pede. Desta forma, reduz-se a quantidade de inventário e acelera-se o retorno dos investimentos, uma vez que é o cliente que puxa pelo produto, contribuindo assim para uma melhor gestão de *stock*.

- **Perfeição (*Perfection*):** Assim que os três primeiros princípios são assegurados, conclui-se que a redução de esforço, tempo, espaço, custo e desperdícios enquanto se produz algo cada vez mais perto das necessidades do cliente, é um processo infundável em busca da perfeição, extremamente difícil de ser alcançada, mas que estimula a evolução das empresas e de todos os fatores envolventes.

2.5 Desperdícios

Muda. De acordo com (Womack & Jones, 1997), esta é a palavra japonesa importante de se conhecer uma vez que significa desperdício, ou seja, toda a atividade humana que absorve recursos mas que não acrescenta valor: erros que exijam retificação; produção de itens que ninguém deseja provocando assim uma acumulação desnecessária de *stock*; atividades produtivas que não são realmente necessárias; movimento de trabalhadores e transporte de materiais dum local para outro despropositadamente; grupos de pessoas à espera para começarem a sua atividade porque outra atividade não terminou a tempo; e por fim bens e serviços que não correspondem às necessidades e requisitos dos clientes.

Os desperdícios existem em qualquer tipo de organização, e apesar de não acrescentar valor ao produto podem fazer com que o cliente pague mais pelo produto (Carreira, 2004).

Resumidamente, como ilustrado na Figura 2, são sete os desperdícios que ocorrem com maior frequência ao longo de todo o sistema produtivo, sendo eles: sobreprodução, esperas, transportes, defeitos, deslocações, quantidade excessiva de processos e os inventários (Ohno, 1988).



Figura 2 - Os 7 Desperdícios

- **Deslocações:** movimento desnecessário de colaboradores, como por exemplo deslocarem-se para um caixote de lixo que está demasiado longe do posto de trabalho, ou enviar trabalhadores para o terreno sem lhes fornecer as ferramentas necessárias para completarem o seu trabalho. Um espaço de trabalho e *software* mal desenhados são algumas das causas para este tipo de desperdício. Uma reorganização dos movimentos permite reduzir o tempo de processamento e realocar esse tempo anteriormente desperdiçado em atividades que acrescentem valor.

- **Inventários:** mais inventário do que necessário, como por exemplo armazenar demasiada quantidade de um produto ocupando espaço desnecessariamente ou haver muito *work in progress* (WIP) ao longo do fluxo da produção. Encomendas indevidas de *stock* e problemas na cadeia de abastecimento são os principais causadores deste desperdício. Reorganizar o inventário contribui para aliviar espaços, libertar dinheiro disponível e reduzir a quantidade de tempo dispensado pelos colaboradores em organizar, alocar e armazenar os materiais.

- **Esperas:** muito tempo sem produzir, geralmente ocorre quando os colaboradores, processos ou clientes são mantidos em espera para que algo termine para que possam continuar com as suas atividades. As principais causas incidem no *design* do processo, erros nos horários e na falta de prática. Ao eliminar este desperdício, acelera-se o fluxo de valor permitindo uma produção de bens e serviços para os clientes no tempo requerido.

- **Defeitos:** tempo e materiais dispensados na produção incorreta de itens. As possíveis causas estão associadas a um fraco controlo da qualidade, assim como a uma documentação vaga e por fim falta de normalização. Efetuar uma análise de causa-efeito e uma normalização do trabalho contribui para minimizar a ocorrência de não conformidades.

- **Sobreprodução:** produção a mais do que aquilo que é necessário. Resulta no excesso de inventário sujeito a expiração, ocupa espaço e tempo para armazenar e manter, e utiliza capital que poderia ser usado mais oportunamente. Um fraco planeamento da produção é uma das principais causas. A eliminação deste desperdício é extremamente importante, uma vez que ajuda a eliminar outros tipos de desperdício simultaneamente.

- **Transportes:** movimento excessivamente dispensado em transportes de produtos ou de colaboradores, o que resulta em custos desperdiçados em combustível, equipamentos e tempo. Uma logística mal concebida e um *layout* mal desenhado são as principais origens deste desperdício. Para o eliminar, a remoção de transportes desnecessários pode contribuir para uma maior eficiência, assim como uma redução do risco de danos de bens e de custos associados ao transporte.

- **Processos excessivos:** está principalmente relacionado com o excesso de trabalho exercido num produto relativamente ao seu valor e a todo o tipo de redundâncias ao longo do processo produtivo. Redundâncias essas que devem ser identificadas e eliminadas para que seja possível uma maior eficiência e sintonia com as necessidades do cliente (Liker & Hoseus, 2008).

Para além destes sete desperdícios enumerados, foi identificado por Womack e Jones (1997) um oitavo desperdício. Este relaciona-se com a subutilização das pessoas, isto é, as empresas por vezes não aproveitam completamente os seus recursos humanos, perdendo ideias criativas e melhorias para aplicar no seu processo produtivo.

2.6 Ferramentas *Lean*

Com a filosofia *lean* apresentada, introduz-se o conjunto de ferramentas fundamentais para se aplicar num contexto empresarial. Tendo em conta que o objetivo principal do *lean* se caracteriza pela eliminação ou minimização de desperdícios que ocorrem ao longo de todo o processo produtivo, as ferramentas que serão apresentadas vão de encontro ao objetivo do presente projeto, dividindo-se entre ferramentas de análise e de intervenção.

2.6.1 *Kaizen*

A metodologia *Kaizen* é um dos pilares da filosofia *Lean* (Green *et al.*, 2010). *Kaizen* é um termo japonês que significa melhoria contínua. A metodologia *Kaizen* procura eliminar desperdícios de forma contínua e gradual, com o intuito de aumentar a produtividade, sendo que a sua meta é a obtenção da perfeição. Para esta metodologia funcionar na sua plenitude é necessário que haja envolvimento e dedicação de todos os colaboradores da empresa. Ortiz (2006) defende que a ferramenta *Kaizen* deve estar incluída nas atividades realizadas no dia-a-dia, com o objetivo de eliminar desperdícios e ter um ambiente de trabalho limpo e organizado.

Desta forma, sempre que se determina a causa para um determinado desperdício, torna-se necessário trabalhar no sentido de encontrar uma possível solução, de forma a diminuir o seu impacto ou, até mesmo, eliminá-lo. Uma das formas possíveis é o recurso aos eventos *Kaizen*. Estes descrevem-se e distinguem-se pela junção de um grupo de pessoas, dos vários departamentos de uma determinada organização, incluindo uma equipa de melhoria contínua, de forma a debater um problema identificado e encontrar soluções para esse mesmo problema em específico (Chen *et al.*, 2010)

2.6.2 Ciclo PDCA

A Figura 3 ilustra o ciclo *Plan, Do, Check, Act* (PDCA) é uma forma de implementação *Kaizen*, pois é utilizado para manter e melhorar continuamente os padrões já existentes. O *Plan* refere-se à definição de um objetivo de melhoria e ao planeamento de ações para o alcançar. O *Do* refere-se à implementação do plano definido anteriormente. O *Check* refere-se à verificação do resultado alcançado. O *Act* refere-se à padronização dos novos procedimentos para evitar a recorrência do problema inicial ou à definição de novos objetivos de melhoria (Imai, 2005)

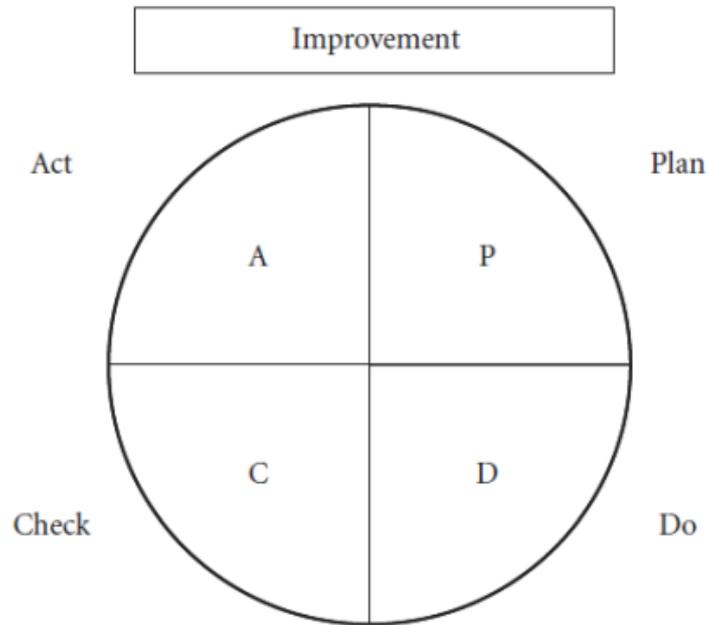


Figura 3 - Ciclo PDCA
(Imai, 2005)

2.6.3 Metodologia 5S

Os 5S (Figura 4) são uma ferramenta de origem japonesa que surgiu da necessidade de eliminar desperdícios, atingir zero defeitos, reduzir custos, melhorar a segurança e eliminar acidentes através da implementação de 5 princípios básicos: Organização, Ordem, Limpeza, Normalização e Disciplina; que correspondem respectivamente às palavras japonesas *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke* (Hirano, 1995).



Figura 4 - Os 5S

- **Seiri (Organização)**: Consiste em remover da área de trabalho todos os itens que não sejam utilizados a curto prazo ou regularmente. Trata-se principalmente de identificar e organizar todos os itens necessários de forma a facilitar o trabalho, o fluxo de material e a movimentação dos operadores, assim como uma otimização da utilização do espaço disponível (Feld, 2001) .

- **Seiton (Ordem)**: Trata-se de identificar e ordenar os itens na área a que pertencem. É importante rotular os itens com o nome da área correspondente. Esta ação promove uma melhor gestão visual e identificação de ferramentas, recursos e materiais (Feld, 2001).

- **Seiso (Limpeza)**: Corresponde ao compromisso de limpar o espaço de trabalho diariamente. A área de trabalho deve estar bem cuidada e limpa no fim de cada turno. Uma boa manutenção da área de trabalho pode ser conseguida usando menos de 2% (10 minutos) do tempo diário do turno (Feld, 2001).

- **Seiketsu (Normalização)**: Preocupa-se em estandardizar todas as atividades existentes. A ausência da institucionalização da responsabilidade de cumprir com as instruções de trabalho impossibilita a manutenção da área de trabalho e pode levar ao regresso de velhos e maus hábitos no local de trabalho por parte dos trabalhadores (Feld, 2001)

- **Shitsuke (Disciplina)**: É a responsabilidade da gestão em reforçar a importância de tratar e limpar a área de trabalho, demonstrando desta forma capacidade de liderança e consequentemente fazer com que os trabalhadores prestem mais atenção e sejam mais disciplinados quando estiverem a desempenhar as suas funções (Feld, 2001).

2.6.4 Gestão Visual

Esta ferramenta define-se como uma ferramenta simples e de fácil aplicação que permite a exposição de dados e informações, de forma a apoiar os colaboradores de uma determinada organização na realização das duas operações (Pinto, 2008).

Os postos de trabalho devem ser preparados com dispositivos e técnicas visuais de forma a sinalizar, informar ou delimitar. A aplicação do trabalho normalizado, a identificação de espaços, delimitando áreas, ou a construção de quadros informativos com medidas de desempenho/indicadores dos sistemas produtivos das organizações, são estratégias/formas de aplicação da gestão visual no chão de fábrica (Shingo, 1989).

Feld (2001), olha para a gestão visual como conceito de sinalização, uma vez que permite que a informação seja exposta de forma visual, permitindo que qualquer elemento da organização esteja a par do estado da produção em tempo real. Assim, problemas que outrora poderiam estar escondidos poderão ser agora visualizados e combatidos.

Shingo (1989) refere que esta ferramenta participa de forma direta para a melhoria na comunicação entre os colaboradores, numa maior autonomia dos mesmos, permitindo-lhes alcançar, de forma independente, a identificação das necessidades e responder rapidamente a possíveis problemas e/ou anomalias que possam ocorrer.

Assim, a utilização de quadros de controlo e comunicação visual (Figura 5), fornecerá meios que permitem exibir o estado atual e desempenho da organização, bem como uma forma de comunicar os problemas. A sua aplicação permitirá a visualização e identificação de problemas do chão de fábrica que de outra forma, muito provavelmente, permaneciam escondidos ou listados, mas por resolver. A importância do controlo visual relaciona-se na forma como permite que, as atividades de melhoria, os problemas ou os indicadores de desempenho de uma organização estejam permanentemente visíveis (Feld, 2001).

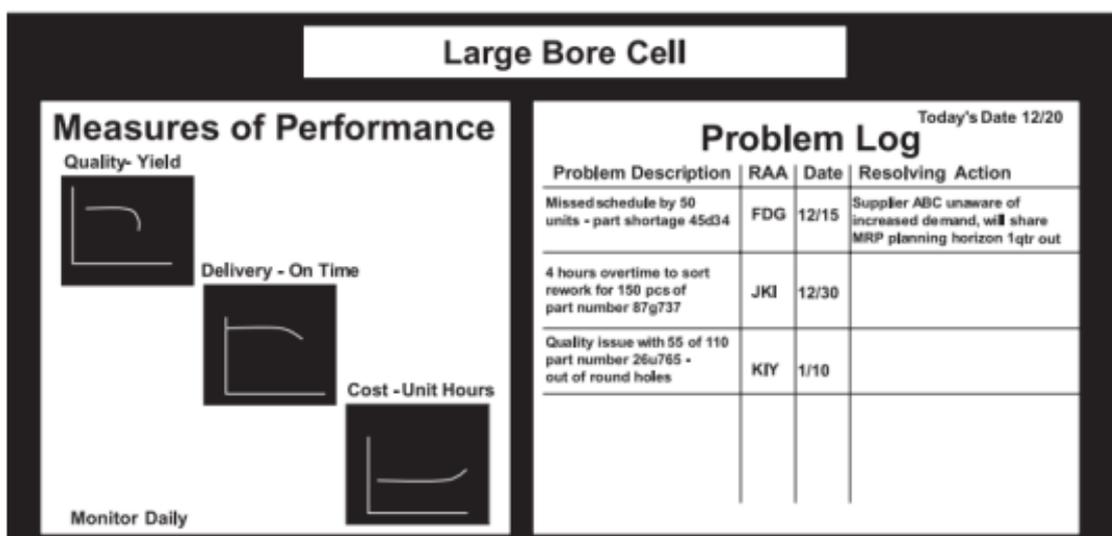


Figura 5 - Exemplo de Quadro de controlo e comunicação visual (Feld, 2001)

Para Parry & Turner (2006) esta ferramenta deve ser aplicada por ser útil e acrescentar valor ao processo. De realçar, que um dos componentes fundamentais da gestão visual é a ferramenta anteriormente descrita, 5S.

2.6.5 TQM

A filosofia de gestão *Total Quality Management* (TQM) é uma filosofia desenvolvida nos anos 50 que atingiu maior aderência a partir dos anos 80. Esta filosofia de gestão tem como princípio a colaboração de todos os operadores de uma organização (“Total”), pelo alcance de uma gestão (“*Management*”) capaz de criar um serviço ou produto que complete as necessidades do cliente (“Qualidade”). Estes pilares que dão forma à filosofia de gestão TQM, têm como objetivo o alcance de um sistema de gestão capaz de gerar proveitos para a organização, fomentar um ambiente de trabalho favorável capaz de garantir o bem-estar dos seus colaboradores e, por último, criar um sistema capaz de satisfazer o cliente

O TQM tem como princípio a criação e promoção da qualidade em todas as pessoas da organização, isto é, todos os colaboradores têm de estar focados em atingir o máximo de qualidade nos seus produtos.

O TQM está focado na satisfação do cliente, e no desenvolvimento do produto de acordo com as necessidades dos mesmos.

O TQM utiliza algumas ferramentas para auxiliar o seu processo de gestão da qualidade, são exemplos dessas ferramentas:

- Diagrama de Causa-Efeito (Ishikawa);
- Benchmarking;
- Análise de Pareto;

2.6.6 *Standard Work*

O *standard work* é uma ferramenta que tem o intuito de desenvolver, confirmar e aprimorar os métodos de trabalho dos colaboradores, também compreendidos como processos. Um processo pode ser considerado um conjunto de etapas ou ações necessárias para alcançar um determinado objetivo. A correta definição do *standard work*, através de estudos de tempos e movimentos necessários aos processos, deve informar os colaboradores sobre as operações de um determinado trabalho, a sequência

pela qual estas devem ser executadas e o tempo que devem alocar à realização das mesmas (Womack & Jones, 1997).

Segundo o conceito *Lean*, o *standard work* define o processo mais simples, seguro, fácil e eficiente possível. Não existe uma única forma de o mesmo ser feito, pois o melhor processo possível está em constante mudança. Portanto, esta ferramenta deve ser entendida como uma base para melhorar continuamente os processos, eliminando os desperdícios, pois sem a definição e conhecimento dos processos atuais é impossível de quantificar, avaliar e comprovar os ganhos e as evoluções feitas nos mesmos. Por outro lado, a utilização desta ferramenta não deve definir o objetivo a alcançar, mas sim ser um meio para o atingir (Dennis, 2005).

Assim como a maioria dos elementos do TPS, este elemento é fundamental e uma correta compreensão do mesmo aumenta a capacidade de aplicá-lo eficazmente. A compreensão dos vários elementos do TPS fica muitas vezes comprometida e o elemento *standard work* não é exceção. Consequentemente, muitas organizações entendem o *standard work* como um conjunto de documentos e controles feitos ao processo produtivo (Dennis, 2005).

Segundo Dennis (2005), esta ferramenta proporciona vários benefícios às organizações que a utilizam. A estabilidade dos processos, a fácil visualização e controlo da produção, a manutenção da sabedoria e experiência dos colaboradores dentro da organização, a fácil visualização de oportunidades de melhoria dos processos e a facilidade de transmissão de conhecimento do processo a um novo elemento são alguns destes benefícios.

Assim sendo, o *standard work*, quando corretamente definido, elimina o tempo de decisão dos colaboradores, o que elimina parte da variabilidade associada a um determinado processo. Esta ferramenta é baseada em três elementos fundamentais que são o *Takt Time* (TT), a sequência de trabalho e a quantidade de WIP. O *standard work* deve transmitir a sequência de operações que os colaboradores têm de seguir, o intervalo de tempo que têm para as realizar (definido pelo TT) e a quantidade de WIP que o posto de trabalho deve ter. A sequência de operações definida assegura que os colaboradores realizam as operações na melhor sequência possível. O intervalo de tempo definido assegura que os colaboradores garantam o desempenho pretendido. A quantidade de WIP definida assegura que o processo produtivo não tenha interrupções devido à variabilidade existente (Chan & Tay, 2018).

Um dos documentos existentes que permite representar visualmente de forma intuitiva as várias operações de um processo produtivo é denominado *standardized work combination table* (Figura 6). Este

documento permite distinguir o tempo ocupado com operações manuais, automáticas ou que envolvam movimentações (Chan & Tay, 2018).

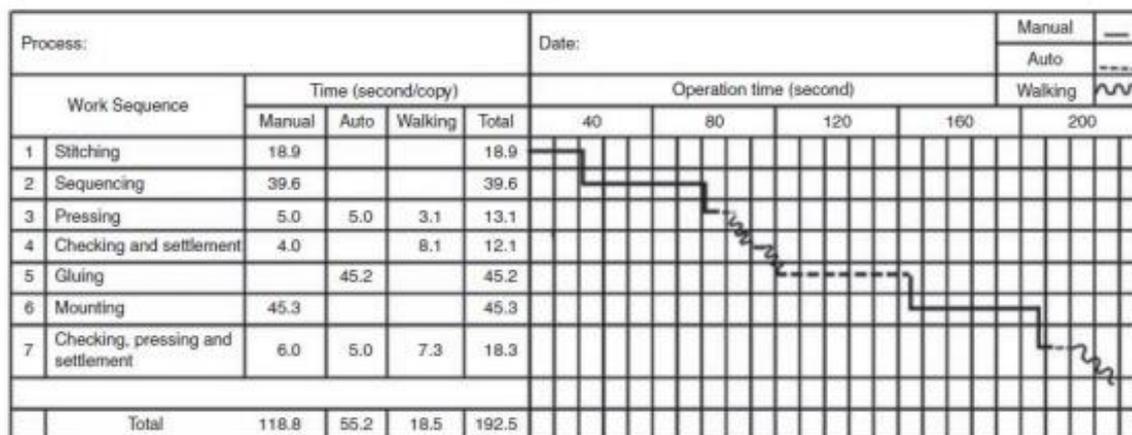


Figura 6 – Exemplo de uma folha de *Standard Work* (Chan & Tay, 2018)

2.6.7 Análise *SWOT*

Esta ferramenta é especialmente útil no suporte à análise do estado atual em que o alvo do estudo se encontra. Conjugando diversos fatores presentes nas empresas, internos e externos, a análise *SWOT* (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threatens*), sendo aplicada corretamente, é uma ferramenta eficaz para a empresa na análise ao estado atual do ponto de vista estratégico, da tomada de decisões, quais os caminhos a seguir e quais a evitar (Fine, 2009).

Através do cruzamento de informação interna e externa da empresa, a análise *SWOT* permite analisar as ameaças e oportunidades internas, os pontos fracos e fortes da empresa com o objetivo de minimizar, ou idealmente eliminar as forças e oportunidades que venham de ambientes externos.

Na Figura 7 é apresentada uma representação do diagrama que relaciona as diversas vertentes da análise *SWOT*.



Figura 7 - Matriz da análise *SWOT*

2.7 Estudo de Viabilidade Económica de um Projeto

A tomada de decisão quanto a um investimento é uma das principais decisões estratégicas que uma organização pode fazer. Uma empresa que não investe em projetos de longo prazo não está a maximizar os interesses dos seus parceiros nem o dinheiro dos seus investidores. Decidir de forma otimizada nos projetos de investimento é uma forma de as empresas atingirem o seu principal objetivo, maximizar a riqueza dos seus proprietários (Kalyebara & Islam, 2013)

O estudo de viabilidade deve servir de base à decisão de investir em determinado projeto. Este estudo deve apresentar um projeto com uma capacidade de produção bem definida, numa localização escolhida e que utilize tecnologias específicas em função de materiais e de fatores de produção, custos de investimento e de produção, e com um resultado de benefícios que assegure um dado rendimento ao investimento. Um estudo de viabilidade só será satisfatório se analisar todos os elementos principais e as implicações de base de um projeto industrial; qualquer lacuna neste domínio limitará a sua utilidade (Kalyebara & Islam, 2013).

A utilidade de um estudo de viabilidade económica é uma forma de determinar, com um determinado risco associado, se a decisão de investir num projeto gerará, ou não, receitas futuras de maior valor que o custo inicial.

2.7.1 Análise de custos

Com recurso a uma série de ferramentas, a análise de custos é importante para se aferir a viabilidade financeira de um projeto, calcular quais os custos envolvidos desde a sua implementação até à determinação de quando o projeto se tornará viável através do retorno financeiro que irá gerar. Através desta análise é possível quantificar os benefícios obtidos com a implementação de um novo projeto, quando é que este se tornará rentável e quais os custos operacionais associados.

Assim, segundo Barros (2007) o método mais eficaz para a caracterização da rentabilidade de um projeto é o cálculo do fluxo de caixa descontado. A diferença entre as entradas e saídas de fluxos monetários em determinado período é designado de Fluxo de Caixa do Projeto (FCP).

2.7.2 Valor Atual Líquido (VAL)

O VAL, baseando-se na atualização dos valores esperados para o fluxo de caixa no presente do investimento até ao seu final, e considerando os pagamentos e recebimentos ao longo do período de vida do projeto, permite avaliar a viabilidade do projeto de investimento. Além disso, o VAL suporta também a tomada de decisão sobre se o projeto permitirá aumentar o valor da empresa.

A Equação (1) representa o cálculo do VAL:

$$VAL = \sum_{t=0}^n \frac{FCP}{(1+i)^t} \quad (\text{Equação 1})$$

VAL representa o Valor Atual Líquido, FCP representa o Fluxo de Caixa do Projeto, n é o horizonte temporal do projeto, i o Custo de Capital e t o número de anos de duração do projeto.

Como fator de decisão perante os resultados obtidos para aceitação ou rejeição do investimento:

- Se $VAL > 0$, o projeto trará vantagens e pode ser aceite;
- Se $VAL < 0$, o projeto trará prejuízo e não pode ser aceite;
- Se $VAL = 0$, o projeto não trará prejuízo nem benefício para a empresa podendo ser aceite ou não.

Segundo Akalu (2001) como uma primeira e ligeira análise do projeto de investimento, o VAL é uma ferramenta de fácil determinação e leitura porque se baseia nos fluxos de caixa, considera todos os fluxos de caixa referentes ao período do projeto e permite também, atualizando o custo de capital, obter o custo de oportunidade de capital.

O mesmo autor refere que o VAL também apresenta algumas desvantagens: não considera o capital inicial investido, implica o conhecimento do fluxo de caixa e a determinação prévia do custo de capital. Este método é o mais indicado para determinar quantitativamente o efeito do investimento inicial em valor e riqueza para uma empresa.

2.7.3 Taxa Interna de Rentabilidade (TIR)

A TIR é a taxa obtida pelo investidor a cada ano sobre os capitais que investiu no projeto, ao mesmo tempo que o investimento inicial é progressivamente recuperado. Simplistamente, representa a taxa de rentabilidade a partir do qual o projeto se torna viável, sendo para isso determinada em conjunto com o VAL.

Matematicamente, a TIR permite saber a taxa de atratividade (TA) para qual o VAL é nulo, como é mostrado na Equação (2):

$$TIR \rightarrow VAL = 0 \leftrightarrow 0 = \sum_{t=0}^n \frac{FCP}{(1 + TIR)^t} \quad (\text{Equação 2})$$

Os fatores decisão para o TIR são:

- Se $TIR > TA$, o projeto é proveitoso e deve ser aceite;
- Se $TIR < TA$, o projeto não é proveitoso e deve ser rejeitado;
- Se $TIR = TA$, o projeto pode ser ou não aceite.

A TIR facilita a tomada de decisão quando existe um valor mínimo definido de rentabilidade para o projeto e caso a TIR não o supere, o projeto pode ser rejeitado.

2.7.4 Período de Recuperação do Investimento (PRI)

Visto essencialmente como método para determinação da liquidez do projeto, esta técnica foi a primeira a ser usada para avaliação de projetos de investimento. Este método é muito utilizado na avaliação dos riscos do projeto, porque quanto mais prolongado no tempo o projeto for, maior será o risco associado devido à maior exposição da empresa a fatores de risco. Segundo Barros (2007) os projetos são mais atrativos quanto mais rápido for o retorno do investimento realizado e consequentemente o surgimento do lucro.

Matematicamente, o PRI obtém-se sobre a forma de anos, e relaciona os Fluxos de Caixa do Projeto (FCP) igualando-os ao investimento inicial, como mostrado na Equação (3):

$$PRI = T \text{ quando } \sum_{t=1}^T FCP = I_0 \quad (\text{Equação 3})$$

Nesta expressão, T corresponde ao período de recuperação do investimento, t o período, FCP o valor do fluxo de caixa do projeto e I₀ o valor do investimento inicial. Como fator de ponderação, deve-se aceitar ou rejeitar o projeto quando o PRI não excede ou excede o valor máximo previamente definido para o número de anos expectável para a recuperação do investimento.

Segundo Akalu (2001) este método é fácil de aplicar e compreender e dá uma noção geral sobre o risco associado ao investimento analisado. Pelo contrário, este método não considera o valor do dinheiro no tempo e não considera os fluxos de caixa entretanto gerados após execução do investimento.

2.7.5 Classificação de Projeto

Existem várias correntes de opinião sobre a classificação dos projetos de investimento. No entanto, e no âmbito da presente dissertação, para determinar a classificação de um projeto de investimento destacam-se, segundo Barros (2007) os seguintes critérios:

Projetos da área produtiva

Dentro destes, consideram-se três tipos de projetos de investimento:

1. Diretos – através de atividades diretamente afetas à área de produção, executam-se atividades que têm como objetivo melhorar a qualidade do serviço ou bem transacionável em mercado;
2. Indiretos – diz respeito às atividades que suportam as atividades produtivas;
3. Sociais – diz respeito a todas as atividades que não estão relacionadas direta ou indiretamente com a produção, no entanto promovem a melhoria do estado social.

Projetos por relações entre investimentos

Os projetos independentes caracterizam-se pela sua implementação sem dependência de terceiros. Podem ser implementados paralelamente, pois não estão relacionados de forma financeira ou técnica, sendo este o padrão da avaliação de projetos pela polivalência e versatilidade que trazem às empresas.

Por outro lado, os projetos dependentes necessitam de ações/atividades externas a estes para que possam avançar, podendo esta dependência ser complementar ou alternativa.

2.7.6 Fases de desenvolvimento

Transversal aos projetos de investimento, independentemente da sua classificação, e de forma genérica, segundo Barros (2007) as fases de desenvolvimento são:

- **Identificação da oportunidade de investimento** – consiste em identificar e avaliar, de forma subjetiva, as oportunidades de investimento: após uma primeira filtragem, as oportunidades remanescentes avançam para uma avaliação formal;
- **Definição do projeto** – considerada a fase mais sensível do projeto pela importância que tem em todas as atividades futuras caso este trabalho não seja realizado de forma consistente; nesta fase são definidos os objetivos e metas, quais os meios necessários para a sua implementação do ponto de vista técnico, financeiro e económico;
- **Avaliação** – nesta fase são analisados os custos e benefícios da sua implementação e de que forma eles influenciam a rentabilidade definida na etapa anterior;
- **Tomada de decisão** – Perante a necessidade e a disponibilidade da empresa para o projeto, é tomada a decisão de avançar;
- **Implementação do projeto** – após a realização do investimento e implementação do projeto, este deve ser acompanhado através de indicadores (desempenho, proveitos físicos e resultados financeiros); mediante estes indicadores, o projeto é acompanhado para, no caso de haver necessidade, serem aplicadas medidas de melhoria para o aumento da sua rentabilidade; por fim, os resultados ao longo do tempo deverão ser mantidos e lições devem ser tiradas para projetos futuros.

2.7.7 Análise de Sensibilidade

A análise de sensibilidade consiste em aferir o quão sensíveis são os indicadores de avaliação de rentabilidade do projeto a variações de um determinado parâmetro Neves (2002). Ou seja, estimam-se os efeitos de variações no valor de fatores que se consideram influentes para a obtenção de resultados ou benefícios esperados com a implementação do projeto. Parte-se das estimativas feitas como sendo a hipótese mais provável e a partir daí faz-se variar um parâmetro e estimam-se os efeitos produzidos por essa variação. A análise de sensibilidade é assim, uma forma de identificar as variáveis mais importantes, altamente sensíveis, do projeto.

No sentido de conseguir uma análise mais exata, faz-se uma primeira filtragem das variáveis mais relevantes, aplica-se uma variação percentual, positiva ou negativa, e observa-se de que forma poderá ser afetada a viabilidade financeira e potencial lucro do projeto.

Segundo Barros (2007), as variáveis que geralmente mais afetam a análise de sensibilidade é o valor total do investimento, vida útil do projeto, dimensão do mercado, preço de venda, custo de matérias-primas e custos com pessoal.

3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Neste capítulo apresentar-se-á a empresa onde se desenvolveu o projeto, a InovePlastika,SA. Assim, identifica-se e localização, o seu historial, a sua missão, visão e princípios, bem como a sua estrutura organizacional ao nível dos recursos humanos. Posteriormente apresentam-se os produtos comercializados, bem como os seus principais mercados e clientes.

Por último, será descrito, de uma forma sucinta, o funcionamento do sistema de produção através de uma breve apresentação dos principais setores produtivos.

3.1 História da Empresa

A empresa foi implementada em janeiro de 2006, dedicando-se à produção de peças plásticas técnicas para indústria automóvel, fornecendo aos clientes produtos de grande qualidade. A sociedade inicial era composta por 4 sócios, constituindo-se os próprios como administradores da organização. Inicialmente a zona de produção era bastante limitada, constituída por apenas uma máquina de injeção e 3 colaboradores, tendo no ano que se seguiu conquistado clientela e necessidade de expansão do seu espaço fabril, o que veio a acontecer em setembro de 2007, com a implantação da sua unidade fabril, já com algumas linhas de montagem. Em 2009 a sociedade reduziu-se a 3 elementos, composição que se manteve até ao presente. Em 2013 a empresa adquiriu uma nova unidade fabril, a Tekl, S.A. em Vila Nova de Gaia, que se destina à fabricação de componentes e acessórios para a indústria automóvel, nomeadamente faróis.

A InovePlastika desenvolveu-se e cresceu não só a nível económico, como também na qualidade dos seus produtos, na eficácia de fornecimento, tendo sempre como ponto de referência a produção de produtos apenas no ramo automóvel. A empresa possui um sistema de rastreabilidade por impressão de código de barras por jato de tinta, desenvolvido pela própria empresa e implementado nos seus processos. Este sistema consiste na identificação das peças que cumprem as especificações após injeção, a que se segue a colocação de um código de barras automaticamente por um robot.

A empresa foi evoluindo com o passar dos anos fazendo investimentos em certos produtos e serviços de forma a acrescentar valor, a nível estético, funcionalidade e segurança dos componentes. Entrando em novas oportunidades de negócio nomeadamente a iluminação automóvel e construção de moldes. Para tal a empresa em 2018 deu início a expansão da sua unidade fabril, de modo a permitir a InovePlastika

explorar novas áreas de negócio e aumentar a sua capacidade de resposta aos seus clientes. Aumentando assim o seu número de máquinas de injeção para 54.

Com o aumento da unidade fabril em 2018 a empresa começou a desenvolver uma nova área de trabalho dentro da empresa, referente á mistura de plástico reciclado com plástico virgem utilizado no abastecimento das máquinas de injeção, tendo como objetivo diminuir os desperdícios e custos nas áreas de injeção de também a olhar para o futuro do ambiente reduzindo a utilização de plásticos.

Atualmente está em construção uma nova unidade fabril, adjacente à nave atual, com o intuito de expandir as suas áreas de negócio, sendo esse novo edifício focado na construção de moldes para a indústria de injeção de plásticos.

3.2 Identificação e Localização da Empresa

A InovePlastika, é uma empresa portuguesa que se dedica ao fabrico de produtos por injeção de componentes poliméricos para a indústria automóvel, assim como também procede ao processo de montagem de alguns componentes.

A empresa está sediada no concelho de Barcelos na freguesia da Várzea. Na Figura 8, encontra-se uma fotografia exterior da fábrica.



Figura 8 - Instalações da Inoveplastika,SA

A empresa tem crescido no mercado nacional e internacional, e conseguido alguma inovação das suas tecnologias de processo. Nos dias de hoje é uma empresa capaz de corresponder às necessidades de mercado, com qualidade e produção de múltiplos tipos de peças. Atualmente a empresa tem cerca de 140 colaboradores e uma área fabril de 9000m²

3.3 Missão e principais objetivos

A InovePlastika, tem como missão dedicar-se à produção por injeção de componentes em materiais plásticos, tendo como objetivo principal a conquista de uma posição concorrencial interessante, conseguida através da introdução de produtos com grande valor acrescentado.

A sua estratégia é fortalecer a sua posição no mercado, mantendo-se atenta às alterações e inovações tecnológicas permitindo redefinir-se face a estas mudanças. A sua dedicação orienta-se por alcançar a preferência como fornecedor de produtos, recorrendo ao máximo da sua capacidade técnica e do potencial inovador da organização, solicitando dos seus colaboradores empenho e dedicação.

O cumprimento dos requisitos do cliente, regulamentações, melhoria contínua e qualidade fazem parte da responsabilidade, sustentando a política de qualidade da empresa.

3.4 Estrutura Organizacional

Na Figura 9, apresenta-se um excerto do organigrama da empresa, onde é possível identificar as principais áreas da organização.

A InovePlastika é coordenada e gerida pela Administração e Direção Geral. A unidade empresarial é constituída por 7 áreas: os recursos humanos que auxilia a administração e direção geral, administração/financeiro, técnico/comercial, processo, manutenção, logística e gestão da qualidade.

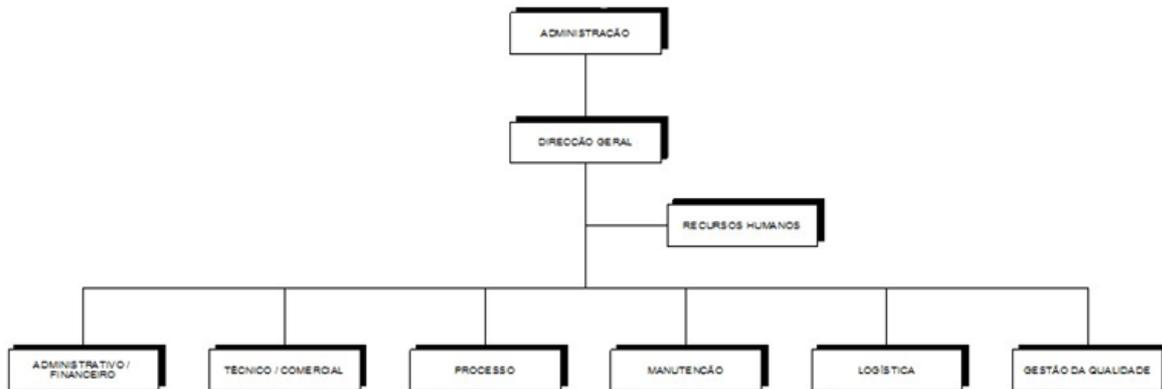


Figura 9 - Excerto do Organograma geral da Empresa (dados da empresa)

No anexo I, encontra-se o organograma geral da empresa, que apresenta todas as áreas funcionais da organização.

3.5 Principais produtos mercado e clientes

A empresa, produz peças técnicas designadamente para a indústria automóvel e aplica matérias-primas como termoplásticos de alta performance, elastómeros, termoendurecíveis e silicone LSR-Líquido;

Os produtos podem conter uma variedade de características tais como componentes de bi-injeção, peças termo elastómeras, plásticas, silicones e peças com aplicação de propriedades metálicas

Dentro da vasta gama dos produtos desenvolvidos na Inoveplastika, alguns elementos diferenciadores são a cor, formato, tipo de matéria-prima, destacando-se alguns desses produtos na Figura 10.



Figura 10 - Exemplo de produtos injetados (elaborado pelo autor)

A empresa continua a apostar em novos projetos com a finalidade de conseguir acompanhar a evolução dos seus clientes, tendo como foco a satisfação total destes.

A InovePlastika, tem clientes nacionais e internacionais. A grande parte da sua produção é dirigida ao setor nacional (cerca de 51%), uma parte significativa é exportada para a Europa (aproximadamente 27%) e o restante exportado para países da América e da Ásia, conforme ilustrado nas zonas esverdeadas da Figura 11.

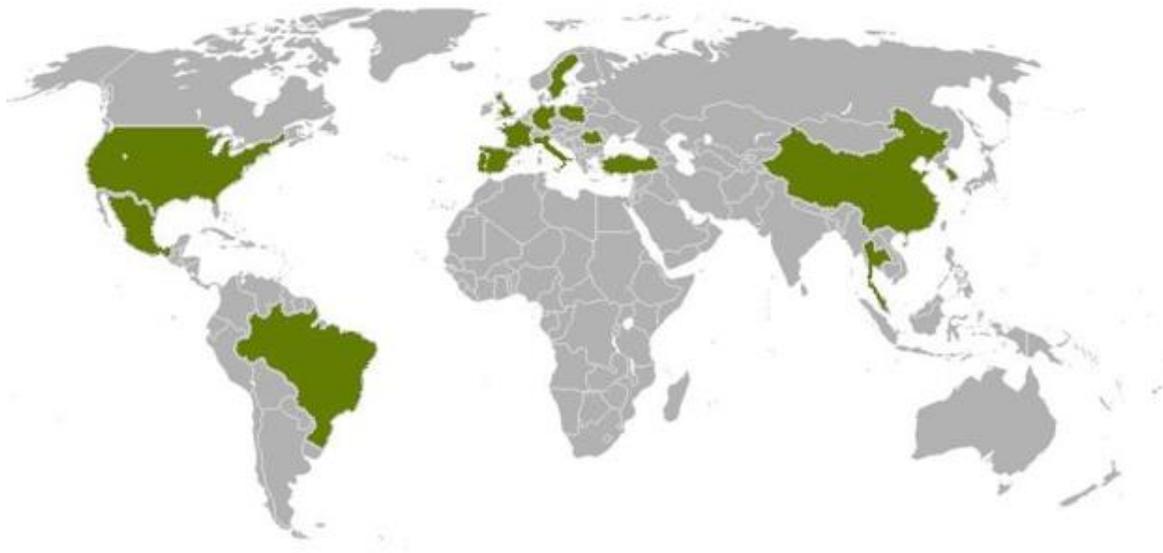


Figura 11 - Mercado de atuação da InovePlastika

Atualmente a exigência de mercado tem vindo a aumentar e a competição entre empresas também tem vindo a crescer. Para manter a total satisfação dos clientes, a InovePlastika calcorreia uma política rigorosa de qualidade dos seus produtos, assim como no cumprimento estrito dos prazos de fornecimento dos produtos. A Figura 12 lista os principais clientes da empresa.

 **BorgWarner**  **DELFINGEN** **DENSO**

 **faurecia**  **FICOSA** 

 **JAC**
PRODUCTS **LEONI**  **preh** **TRW**

 **VISHAY**  **Visteon**  **YAZAKI**

Figura 12 - Principais clientes da empresa

4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE AO SISTEMA DE PRODUTIVO

O presente capítulo descreve e analisa a situação atual dos processos produtivos escolhidos para o âmbito deste projeto de dissertação. Numa primeira fase será descrita a situação atual destas secções, assim como o fluxo de informação e de materiais, de seguida efetua-se uma análise ao processo de injeção e abastecimento das máquinas. Na Tabela 1 encontra-se a análise SWOT desenvolvida com o propósito de verificar o cenário atual.

Tabela 1 - Análise *SWOT* (elaborado pelo autor)

Strenghts <ul style="list-style-type: none">- Instalação de fontes de energias renováveis;- Reuniões diárias;- Melhoria de comunicação entre departamentos;- Espírito de equipa;- Utilização de reciclado;- Sistema de abastecimento através de condutas de ar comprimido;	Weaknesses <ul style="list-style-type: none">- Falha na definição de funções;- Espaço reduzido para circulação;- Resistência mudança;- Perdas de informação com troca de turnos;- Dificuldades em implementações de ações;- Elevada quantidade de peças defeituosas;- Falta de normalização;
Opportunities <ul style="list-style-type: none">- Automatização de processos no sentido da indústria 4.0;- Aumentar eficiência no abastecimento;- Aumentar produtividade;- Necessidade de implementação;- Dar formação aos operadores;- Normalização dos processos;	Threats <ul style="list-style-type: none">- Espaço fabril limitado;- Legislação cada vez mais rigorosa;- Atrasos no planeamento;- Falta de conhecimento por parte dos operadores;- Necessidade de implementação;- Covid-19;

4.1 *Layout* Fabril

Os processos produtivos da InovePlastika, SA na atualidade são: Injeção, Montagem e mistura de granulado de plástico utilizado no fornecimento de matéria-prima às suas máquinas de injeção, estando estes processos representados na Figura 13.

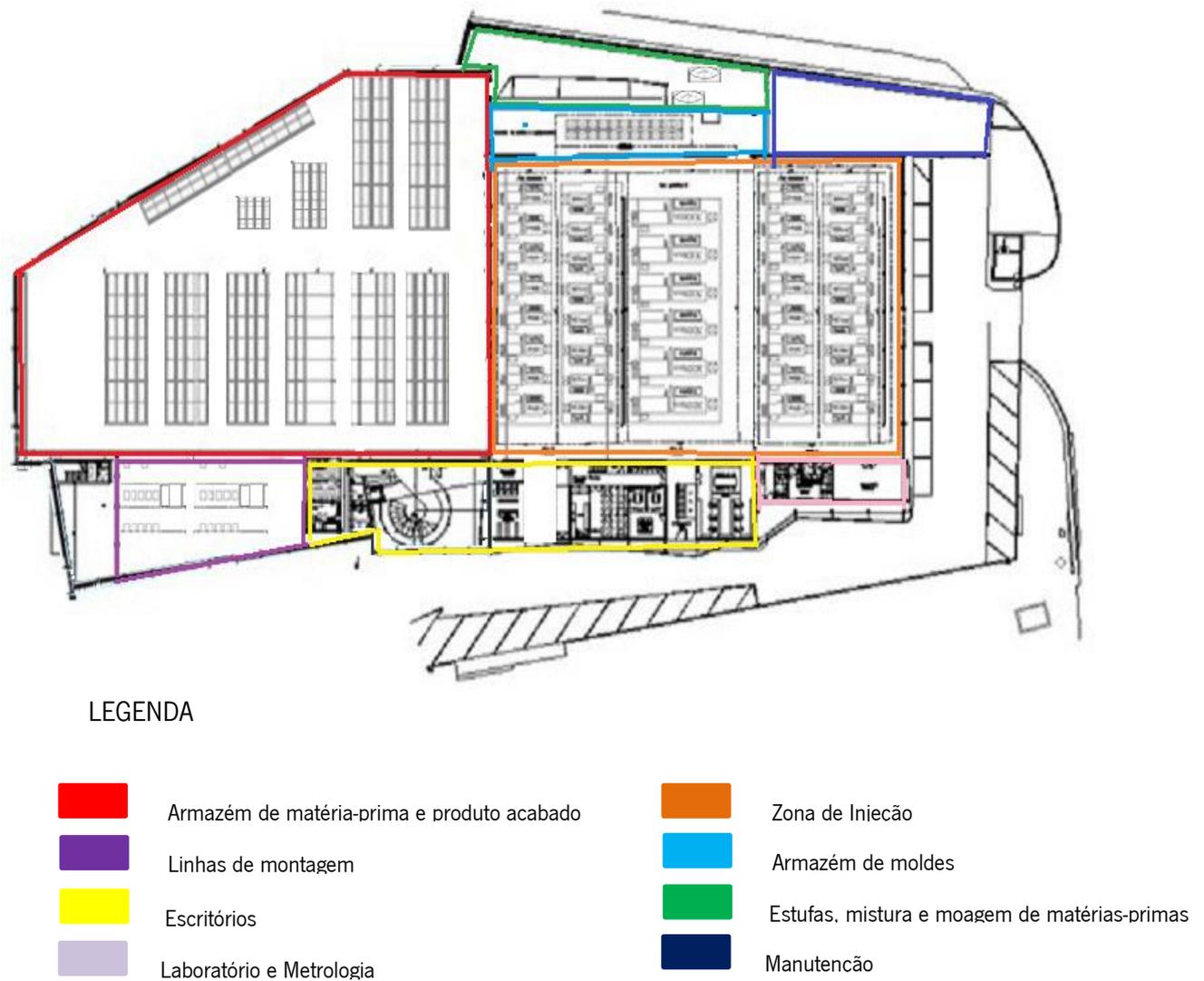


Figura 13 - Layout da unidade fabril (dados da empresa)

A unidade fabril da InovePlastika (9000m²) está dividida em 8 zonas, descritas na Figura 13 destacando-se a zona limitada a cor laranja e verde que correspondem respetivamente à secção de injeção e mistura de matéria-prima com granulado reciclado.

4.2 Descrição da secção da injeção

A indústria dos plásticos encontra-se numa fase de grande crescimento. O processo de injeção através de processos de moldagem é o mais comum para produzir peças de plástico. Este caracteriza-se por ser rápido e ideal para produzir grandes quantidades do mesmo produto de plástico em relativamente pouco tempo.

Os produtos a ser produzidos no processo de injeção devem ser desenhados primeiro. Posteriormente o moldador constrói o molde, geralmente em aço ou alumínio.

O processo de injeção compreende assim as seguintes etapas, o molde é colocado e instalado na máquina de injeção com todas as suas ligações feitas. O plástico em granulado é introduzido na máquina através do funil, é aquecido até ficar líquido e é transferido para o molde onde vai arrefecer e solidificar. Finalmente a máquina abre o molde e os extratores removem o produto.

A secção de injeção destinada à produção de componentes poliméricos localiza-se na chamada zona de produção, representada na Figura 14. Esta secção opera 7 dias por semana, 24 horas por dia.

Durante a semana existem 3 turnos, cada um dos quais com 8 horas de trabalho. Os turnos funcionam no seguinte horário: 06:00 às 14:00, 14:00 às 22:00 e das 22:00 às 06:00. Aos fins-de-semana operam 2 turnos, cada um dos quais com 12 horas de trabalho, e horários: das 06:00 às 18:00 e das 18:00 às 06:00, sendo contemplados intervalos de descanso e de refeições. Cada turno à semana é constituído por vinte colaboradores, e 12 nos turnos do fim de-semana.

Durante a semana existe a colaboração de uma equipa de cinco elementos que é responsável pelas mudanças de moldes, manutenções pré-estabelecidas, limpeza de moldes e de equipamentos auxiliares às máquinas de injeção chefiadas pelo chefe da produção, sendo responsável por toda a unidade. Esta equipa labora das 08:00 às 17:00 horas.



Figura 14 - Secção de Injeção

A secção de injeção é constituída por 54 máquinas de injeção, estando posicionadas em 6 linhas, as máquinas possuem características entre 40 e 400 Kg, que corresponde à capacidade de fecho de molde, estando distribuídas aleatoriamente. Devido à variedade de produtos que a empresa produz também possuem uma variedade de máquinas tais como, *multicomponent 2k*, máquina rotativa vertical, algumas possuem o sistema de rastreabilidade por impressão de código de barras por jato de tinta, marcação laser in *moulding* e equipamentos de reciclagem *close loop*.

As máquinas de injeção estão equipadas com um robot de manuseamento denominado de mão presa, que são específicas para cada molde estando encarregues de remover o produto acabado e colocá-los num tapete rolante de forma que o operador recolha o produto final e o coloque numa embalagem para posteriormente ser levado à secção de montagem ou para o cliente.

Nesta secção também existe uma zona chamada de “Muro da Qualidade”, que consiste no controlo da qualidade dos produtos. Sempre que é necessário realizar uma inspeção mais rigorosa, ou verificar algum tipo de defeito, os produtos são encaminhados para esta zona. A zona de manutenção encontra-se junto da secção de injeção, permitindo realizar todo o tipo de manutenção aos moldes existentes na fábrica e também no auxílio imediato, em casos de avarias de moldes e equipamentos da produção.

4.2.1 Postos de trabalho

As máquinas, como podemos ver um exemplo na Figura 15 são bastante autônomas e a maioria é auxiliada por um robot que efetua a extração dos produtos do molde e os posiciona em bancadas para posterior controlo de qualidade e embalagem. Nas máquinas em que não estão equipadas com robot, as peças são encaminhadas para uma passadeira rolante, que facilita a recolha dos produtos pelo operador.



Figura 15 - Máquina de injeção

Nestes tipos de máquinas, é possível ter um operador a controlar mais do que uma. No entanto existem alguns processos, como a sobre moldagem e a injeção rotativa vertical, que requerem um operador dedicado. Nestes processos é necessário que o operador aplique um componente externo na máquina e também na extração de peças do molde. Quando a cadência de peças de injeção é maior, possui um tempo de ciclo inferior, ou o molde possui um maior número de cavidades, é necessário um operador dedicado.

As funções executadas pelos operadores são influenciadas pelo tipo de máquina a que estão alocados, no entanto existem funções comuns a todos os operadores, que são independentes do tipo de máquina.

Fatores que dependem da máquina são, extração de produtos do molde, adição de componentes externos à injeção (componentes metálicos), verificação de peças (controlo de qualidade rigoroso) e colocação de etiqueta peça ok, separação de peças (situações em que existem peças com lados opostos, com diferente especificidade da funcionalidade), retirar “gitos” de injeção e tempo de colocação de produtos na embalagem (devido à cadência rápida de saída de peças injetadas).

Fatores independentes da máquina, (atividades realizadas por todos os operadores independentemente da máquina a que se encontre alocado), trabalhar de acordo com a gama de fabrico e a gama de embalagem, recolha de materiais de embalagem (caixas, sacos, palete) no armazém de materiais de embalagem, verificação de peças (controlo de qualidade), colocação de produto acabado na embalagem (pré-final ou final), colocação de embalagem na palete (paletização), transporte da palete para a zona de produto acabado e limpeza do posto de trabalho.

4.2.2 Planeamento da Produção e Fluxo de Informação

Na InovePlastika o planeamento da produção é realizado semanalmente. Nesta reunião constam representantes da logística e da produção. Assim, em função das necessidades apresentadas pela logística a produção é planeada, em função dos recursos disponíveis (matérias-primas, mão de obra, máquinas), alocando assim os mesmos, da melhor forma possível.

Após definir o planeamento semanal, as ordens de fabrico são lançadas e o roteiro a definir pelos afinadores (colaboradores que efetuam a troca dos moldes) é escalonado. Assim, o afinador, em função do seu escalonamento diário e do lançamento da ordem de fabrico, procede à retirada do molde em máquina e introduz o molde com a nova referência a produzir.

As encomendas chegam à empresa via correio eletrónico ao departamento de técnico/comercial. Verificam se o produto existe em *stock* ou se é necessário produzir e informar o pessoal do planeamento. O responsável pelo planeamento remete uma ordem de fabrico do produto, contendo as informações necessárias, como a matéria-prima necessária e a máquina em que vai ser produzida, sendo entregue ao responsável do armazém e ao supervisor de produção. O planeamento de matéria-prima é responsável pela aquisição de matérias-primas e componentes externos à injeção e montagem.

A equipa responsável para as mudanças de moldes e as suas manutenções, após a mudança de molde efetuada para uma nova referencia ser produzida tem de verificar se existe matéria-prima já pronta para abastecer a máquina, ou seja, matéria-prima em estufa. Caso não exista, o trabalhador é responsável pela alimentação da estufa para a secagem da matéria-prima. Após estas etapas estarem concluídas um

operador está encarregue de alimentar a máquina de injeção através do sistema de condutas de ar comprimido selecionando a máquina e a matéria-prima em específico para produzir a referência do planeamento.

À medida que os produtos finais vão sendo acondicionados e encaminhados para o armazém é sempre realizado um registo do que entra em armazém. Caso seja necessário realizar qualquer tipo de montagem, os componentes são encaminhados para a secção de montagem. Caso existam em *stock*, o armazém transporta os produtos até esta secção. No fim os responsáveis pelo armazém recolhem os registos dos produtos que entraram em armazém e registam no *software* PHC, colocando a quantidade que entra em armazém e a que é expedida. No Anexo II encontra-se o fluxo de informação de toda a unidade fabril.

Toda a informação gerada nas secções de injeção e montagem é registada em documentos escritos e que posteriormente são colocados no programa PHC, contudo ainda existem muitos documentos que acabam por permanecer em arquivos.

4.2.3 Análise aos produtos

Inicialmente, foram aplicadas ferramentas de análise macro à totalidade do processo produtivo, para que o projeto tivesse um maior impacto no desempenho geral da empresa. As ferramentas utilizadas foram: o diagrama de Pareto e diagrama de Ishikawa.

O diagrama de Pareto foi utilizado para que fossem identificadas as famílias de produtos mais críticas, ou seja, serviu para identificar em que famílias de produtos atuar para que, este projeto obtivesse um maior retorno para a empresa. Tendo como base o volume produzido no ano de 2020 fornecidas pelo planeamento da produção, foi elaborado um diagrama de Pareto (Figura 16) que retrata no eixo horizontal, as famílias de produtos existentes na InovePlastika e no eixo vertical, o volume de produção previsto em percentagem.

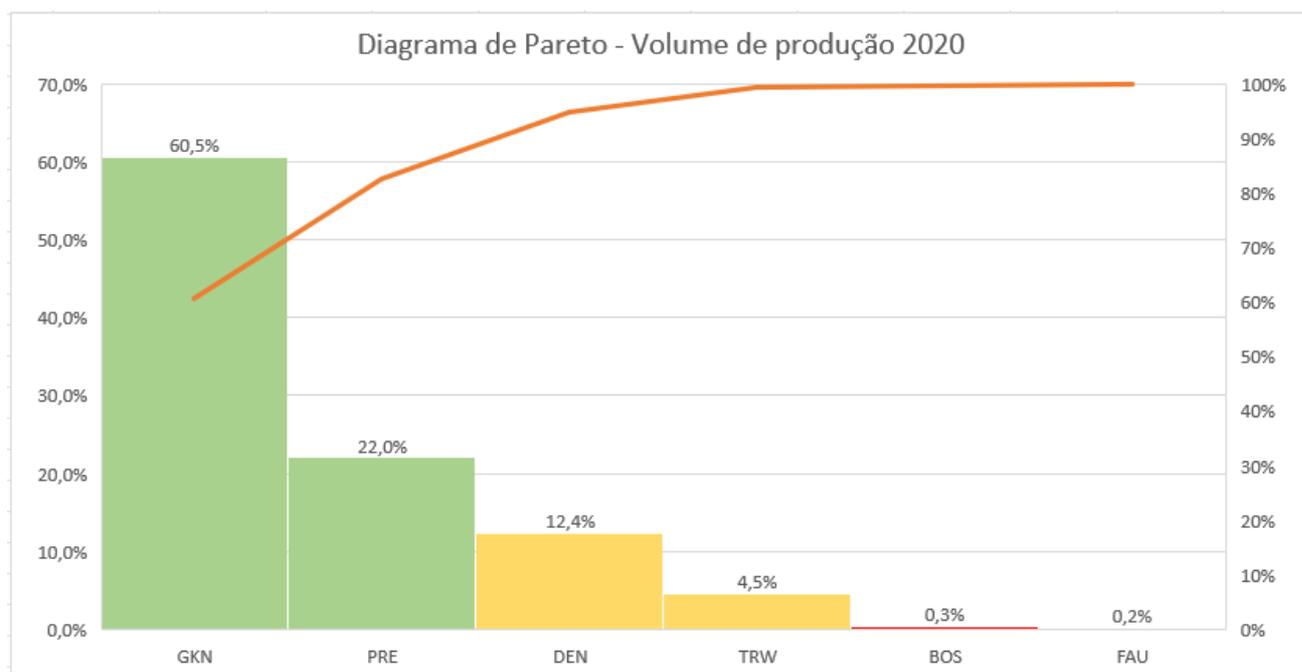


Figura 16 - Diagrama de Pareto do volume de produção de 2020

Após a inclusão de dados no diagrama acima representado, foi possível observar que as famílias de produtos GKN e Preh são as que têm um maior número de componentes produzidos no ano de 2020. Assim sendo, de acordo com as previsões para o corrente ano estas famílias de produtos são as que terão maior cadência de produção.

O volume de produção é importante, mas neste caso, devido ao modelo de negócio praticado pela InovePlastika, foi decidido fazer também uma análise aos custos de produção de cada família de produtos, tendo em conta a produção do ano de 2020. Conseqüentemente, foi elaborado um novo diagrama de Pareto (Figura 17) que retrata no eixo horizontal as famílias de produtos existentes na InovePlastika e no eixo vertical o custo anual de produção previsto para o ano atual em percentagem.

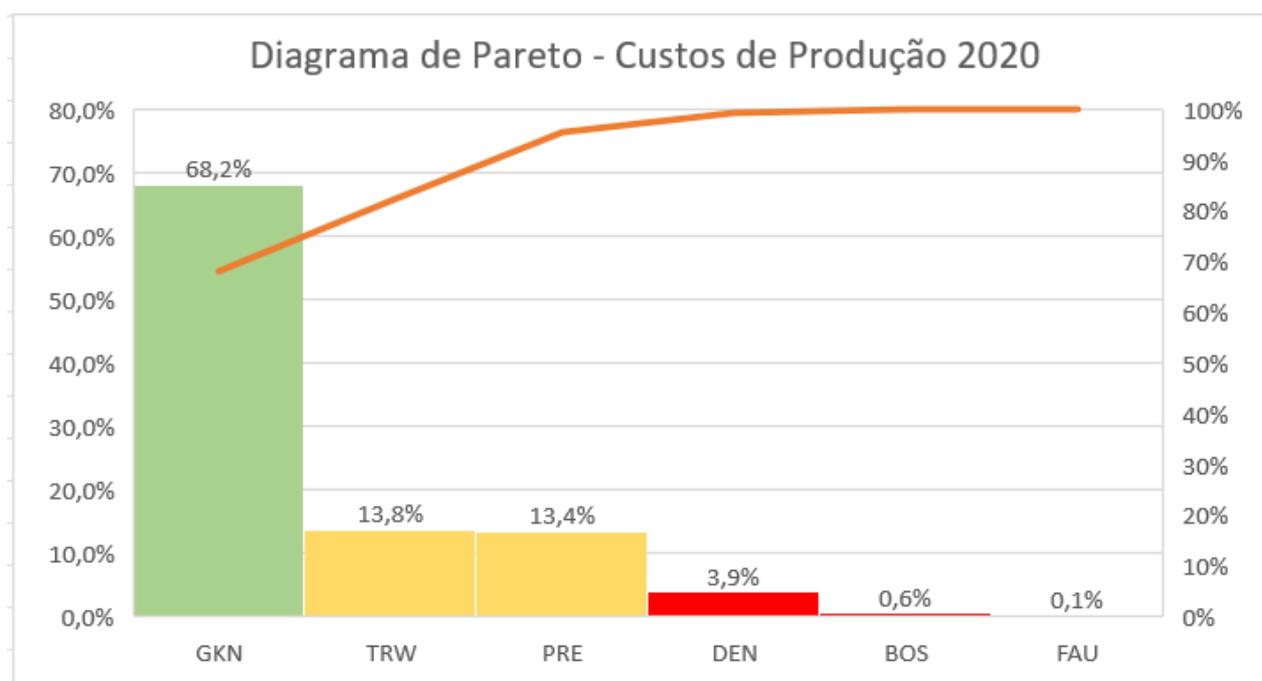


Figura 17 - Diagrama de Pareto dos custos de produção de 2020

O diagrama de Pareto acima representado permite observar que as famílias de produtos GKN é a família que apresentou um maior custo de produção para o ano de 2020.

Assim sendo, para o projeto de dissertação ter o maior potencial de melhoria de desempenho possível, este irá focar-se primeiramente na produção de não conformes dos produtos das famílias GKN, sendo também possível implementar as mesmas medidas em outras famílias de produtos devido ao tipo de defeitos que são semelhantes neste tipo de moldação por injeção.

4.2.4 Análise aos defeitos

O estudo e análise do processo tem como finalidade a aquisição de conhecimentos sobre a dinâmica de funcionamento de todo o sistema produtivo, especialmente no que concerne à área afeta à qualidade. Estas funções foram realizadas através da observação direta e de consulta de documentos existentes na organização.

Tendo como ponto de partida a informação recolhida através dos registos de autocontrolo diários da empresa e tornando estes em informação de carácter informático, procedeu-se à análise dos mesmos. Os dados recolhidos foram relativos à produção realizada de cada artigo, assim como a peça e o número e tipo de não conforme assinalado. Complementarmente, o número de peças não conformes e o tipo de

não conformes, provenientes das peças tratadas nas mesas de escolhas, também foram contabilizados através da recolha de informação do documento “registo de peças não conformes”.

A amostragem em estudo contemplou toda a produção do ano de 2020 de modo a minimizar o erro associado ao tratamento de dados e à possibilidade de verificar a existência de tendências. Com objetivo de compreender o volume e impacto económico da produção de não conformes foi então realizada uma análise a todo o ano de 2020 como podemos ver na Figura 18.



Figura 18 - Gráfico da Produção de não conformes

Conforme se pode verificar da leitura da Figura 18, os meses com maior produção de não conformes foram Janeiro, Fevereiro e Março.

Tendo por base os resultados obtidos, fez-se uma reunião com a engenheira da qualidade e do engenheiro de produção da empresa, responsáveis pela gestão da qualidade e controlo da produção, respetivamente. Concluindo nesta reunião que:

- Os meses de Janeiro e Fevereiro foram preenchidos por uma produção de referencias classificadas como problemáticas devido ao molde potenciar a produção de peças não conformes;
- O mês de Março foi o mais critico devido a uma avaria no molde de uma referencia, e à semelhança do mês de Janeiro e Fevereiro também se produziram referencias problemáticas para a produção;

Durante a análise às peças não conformes sentiu-se a necessidade de compreender quanto dinheiro a empresa estava a perder para esta produção de não conformes. Então decidiu-se traduzir esta

quantidade de rejeição em valores monetários para compreender o impacto que esta produção defeituosa tem nas contas da empresa (Figura 19).



Figura 19 - Gráfico do custo de não conformes

Após a transformação das peças não conformes em valores monetários chegamos ao gráfico acima (Figura 19) e podemos ver que ao final do ano de 2020 a empresa perdeu cerca de 217.507€ devido a potenciais problemas que podem ser evitados durante a moldação por injeção da referência a ser produzida.

Como foi referido anteriormente, no capítulo 4.2.3, na análise aos produtos produzidos pela InovePlastika no ano de 2020 com auxílio a ferramenta de análise, diagrama de Pareto concluiu-se que a família de produtos GKN é responsável por 68,2% do custo total de produção no ano de 2020, sendo então o nosso caso de estudo focado nos tipos de defeitos que esta família está sujeita.

Foi então após uma análise aos defeitos na zona de produção através da recolha de registos de autocontrolo diários da empresa e tornando estes em informação de carácter informático, procedeu-se à análise dos mesmos onde podemos observar todos os tipos de defeitos, número de peças não conformes e percentagens dos defeitos produzidas da família GKN. Observando então na Tabela 2 abaixo conseguimos visualizar de uma melhor forma todos os dados referentes à produção de defeitos da família GKN.

Tabela 2 - Defeitos Família GKN 2020

Tipo de Defeito	Número de Defeitos	% Defeito
Bolha	754	0,53%
Raiadas	25033	17,63%
Rebarbas	15789	11,12%
Brilho	1269	0,89%
Chupadas	3166	2,23%
Queimadas	6035	4,25%
Trincadas	8079	5,69%
Ratadas	56128	39,53%
Partidas	5651	3,98%
Manchas	6635	4,67%
Marcas	1164	0,82%
Ovalizado	471	0,33%
Outros	11813	8,32%
Total	141988	100%

É importante referir que os dados recolhidos podem conter erros associados devido aos registos que os colaboradores preenchem, e por muitas vezes, estes não têm a instrução adequada e cometem erros de registo ou por vezes até a falta de registos. Sendo estes erros causados devido a irregularidades como a falta de designação do tipo de defeito ou preenchimento do defeito como “outros”.

De modo a conseguir analisar de uma forma mais clara o tipo de defeitos e quantidade de defeitos realizou-se uma análise através do diagrama de Pareto (Figura 20) de modo a conseguirmos identificar de uma forma mais evidente as reais causas da produção de não conformes.

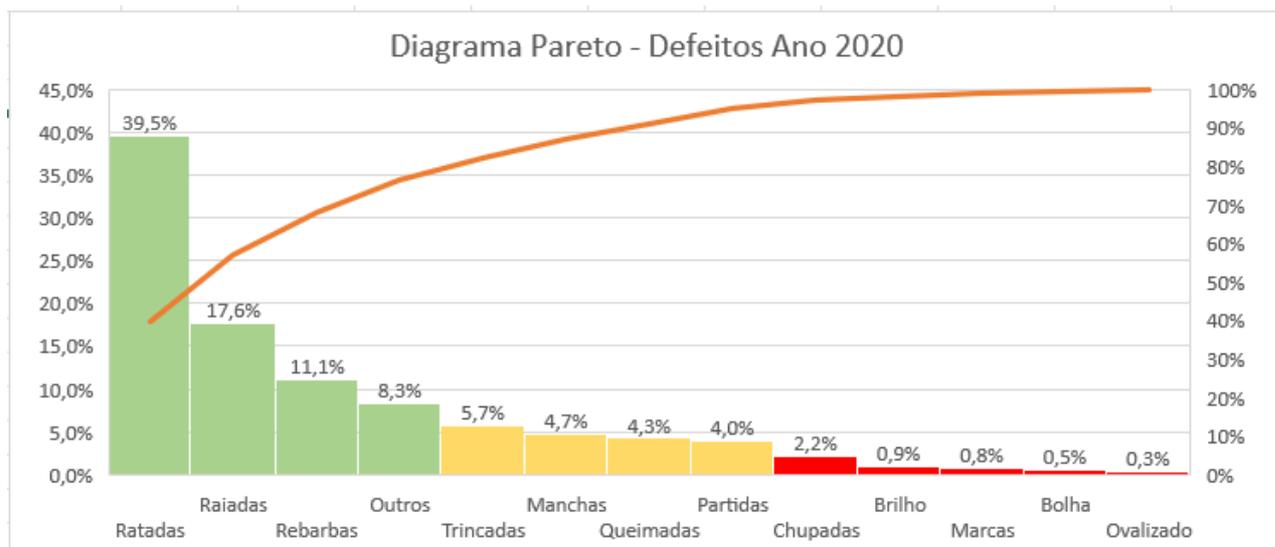


Figura 20 - Diagrama de Pareto - Defeitos família GKN

Através da análise da Figura 20 conseguimos de fato visualizar a existência de 13 tipos de defeitos, sendo que destes 13 defeitos o tipo “ratadas”, “raiadas” e “rebarbas” correspondem a 68% do total de não conformes produzidos no ano de 2020.

A análise de Pareto permitiu identificar quais os defeitos mais frequentes, cujas causas seriam objeto de discussão em sessões de *brainstorming* com os agentes envolvidos nos processos dos produtos em questão, engenheiros da qualidade e da produção. Neste sentido efetuou-se uma análise de causa-efeito aos defeitos para ambos os produtos, recorrendo ao diagrama de causa-efeito e à técnica de *brainstorming* para auxiliar na identificação das causas.

A equipa referida participou com entusiasmo e a sua colaboração deu ênfase a resultados interessantes. Sobressaiu a existência de uma convergência de convicções na atribuição das causas que afetam a qualidade nomeadamente no que concerne à produção de não conformes de peças ratadas e raiadas. Dando origem a dois diagramas de Causa-Efeito (Figura 21 e 22), cada um com o objetivo de apurar as causas para efeitos diferentes.

A atribuição das causas seguiu a estrutura dos seis M's, que dizem respeito às seis classes chave que afetam a Qualidade numa organização. Estas classes chave são: Meio-ambiente, Matéria-prima, Mão-de-obra, Método e Máquina.

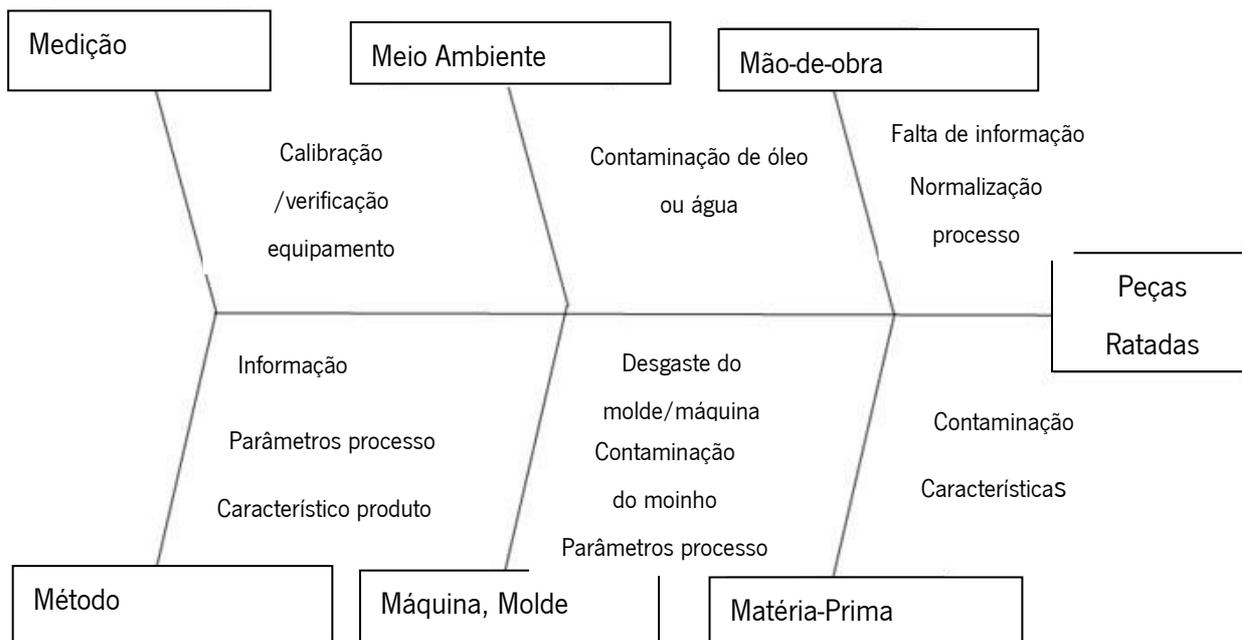


Figura 21 - Diagrama Causa-Efeito peças ratadas

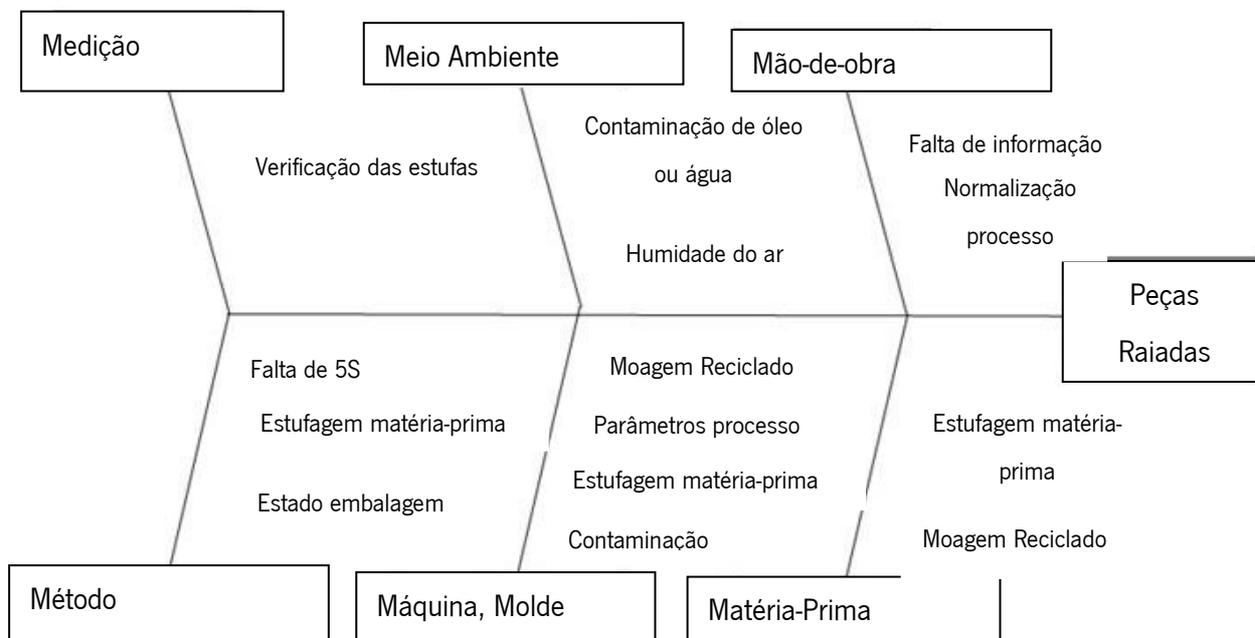


Figura 22 - Diagrama Causa-Efeito peças raiadas

De modo geral, pelo que é observável do diagrama de Ishikawa (Figura 21 e 22) para os dois tipos principais de defeitos, as principais causas que levam à criação dos não conformes assinalados são a contaminação do sistema por poluentes decorrentes da atividade do próprio sistema em estudo, ou por via de sistemas em paralelo responsáveis por outra produção simultânea, pela falta de formação dos colaboradores ou falta de adequação das instruções de trabalho perante condicionantes decorrentes da atividade do sistema produtivo, pela necessidade de aplicação de manutenções mais frequentes em máquinas e equipamentos, e por fim, pela necessidade de uma melhor aplicação e sistematização da técnica 5'S. As restantes causas surgem quase como sequência ou reflexo das causas assinaladas anteriormente.

4.2.5 Falta de aplicação de 5S e Gestão visual

Numa análise efetuada ao processo de *setup* observou-se que o carrinho de ferramentas para auxílio ao processo se encontra algo danificado e, sobretudo, mal-organizado. Esta desorganização não permite identificar claramente os materiais e pode originar a perda destes e desperdício de tempo por parte dos operadores na procura e identificação dos mesmos.

Também se verificou que os materiais do carrinho não estão identificados para o uso exclusivo do processo de *setup*, isto é, podem ser utilizados e misturados com quaisquer outros materiais seja qual for o trabalho a realizar, o que facilita a perda do material. A Figura 23 ilustra claramente a carência de organização do carrinho.



Figura 23 - Carro de ferramentas utilizado no setup

Durante a análise ao processo de mudança de setup verificou-se alguma dificuldade para o operador encontrar a mão de robot correspondente á instalação do molde a ser produzido. Isto verificou-se devido a falta de identificação exata dos devidos moldes nas estantes. Também se verificou que muitos dos moldes se encontravam fora do sitio suposto, e várias mãos de robot também se encontravam nouro local ou estavam a ser utilizadas em máquinas já em produção. A Figura 24 ilustra o armazém de moldes onde são guardados vários moldes, mãos de robot e mangueiras necessárias á ligação dos moldes.



Figura 24 - Armazém de moldes

Nestes exemplos, é possível observar que não existe uma alocação exata dos objetos a um local específico, nomeadamente moldes, mão de robot e mangueiras. Uma vez que são alocados constantemente em zonas diferentes, dependendo apenas da iniciativa e vontade do operador.

Além destes problemas, foi também detetada uma falha da organização das ferramentas necessárias ao acondicionamento das embalagens, operadores andam à procura desta ferramenta porque não se encontra visível e perto de si. Em relação aos rolos de substituição estes encontram-se no armazém, mas muitas das vezes encontram-se espalhados na produção em locais não identificados e incomuns, permitindo ao operador uma perda de tempo na procura, como podemos ver na Figura 25.

Outro problema identificado na organização é que não existe um local próprio para colocação de equipamentos relacionados com a limpeza, como vassouras, esfregonas, aspiradores, entre outros. Estes encontram-se espalhados pela zona de produção e muitas vezes quando os operadores necessitam

destes equipamentos para a realização da limpeza deslocam-se por toda a fábrica à procura dos mesmos.



Figura 25 - Exemplo de materiais

Para além disso, é importante mencionar a falta de informação e comunicação entre os colaboradores relativamente ao desempenho produtivo. Seria vantajoso os colaboradores terem acesso visual ao desempenho geral da produção, uma vez que contribuiria para uma maior motivação dos colaboradores em quererem superar os seus resultados de uma forma constante o que consequentemente resultaria num melhor e mais saudável funcionamento da organização.

4.3 Descrição da secção das misturas

Nos últimos anos a empresa implementou uma nova área de trabalho referente à utilização de matéria-prima reciclada de peças defeituosas provenientes da sua área de produção, concretamente a área de injeção. Devido ao número de peças defeituosas como podemos ver no capítulo 4.2, a empresa tomou como medida, de maneira a reduzir os custos que estas peças não conformes apresentavam à empresa. Então a empresa decidiu após a construção da nova unidade fabril em 2018, obtendo assim espaço para conseguir colocar em ação esta nova área de produção como podemos ver na Figura 26, diminuindo assim os custos da utilização da matéria-prima através da reutilização de peças não conformes que iriam ter de ser postas no lixo.



Figura 26 - Layout da secção de misturas e estufas

(Legenda: 1 - Zona de receção de matéria-prima; 2 - Local do elevador para zona de moagem; 3 - Zona de colocação de material para abastecimento das estufas; 4 - Zona de estufas; 5 - Zona de máquinas de mistura e dosagem)

De forma a empresa não precisar de subcontratação relativamente à moagem das peças não conformes, a empresa também instalou na sua unidade fabril uma área de moagem, constituída por cinco máquinas (Figura 27), estando estas a ser alimentadas por um operador dedicado a este posto de trabalho durante a semana com um horário das 06:00 às 14:00. Uma das vantagens desta área é a sua localização que fica exatamente em cima da secção misturas, existindo um elevador capaz de transportar material com o mínimo de distância nas deslocações.



Figura 27 - Máquina de Moagem de granulado plástico

A secção das misturas é constituída por duas máquinas de dosagem e mistura de granulado de plástico (Figura 28), ou seja, matéria-prima virgem com matéria-prima reciclada. As máquinas possuem características com capacidade de mistura de 500Kg, que corresponde à capacidade de transporte das octabins utilizadas para armazenar a matéria-prima que abastece as máquinas de injeção. Estando estas máquinas encarregues por apenas um trabalhador que fica responsável pela alimentação das duas máquinas e pela quantidade de misturas a serem realizadas durante a semana.



Figura 28 - Máquina de mistura e dosagem de granulado de plástico

O processo de mistura de granulado de plástico compreende assim as seguintes etapas, seleção referencia de matéria-prima a produzir, limpeza das máquinas de mistura caso seja referencia nova, seleção do coeficiente de reciclado a utilizar na mistura, alimentar máquina com matéria-prima virgem e reciclada e finalmente acabando a mistura é levada ao armazém para posterior utilização.

4.3.1 Planeamento e Fluxo de Informação

Após o planeamento da produção lançado para a semana em questão. Assim, em função das necessidades apresentadas pela logística a produção é planeada, em função dos recursos disponíveis (matérias-primas, mão de obra, máquinas), alocando assim os mesmos, da melhor forma possível. O operador encarregue da secção de misturas tem de fazer o seu planeamento para a semana que por muitas vezes funciona através do seu conhecimento no local de trabalho que adquiriu ao longo dos anos em vez de existir uma normalização no trabalho que o auxilie na produção de octabins que tem de efetuar semanalmente.

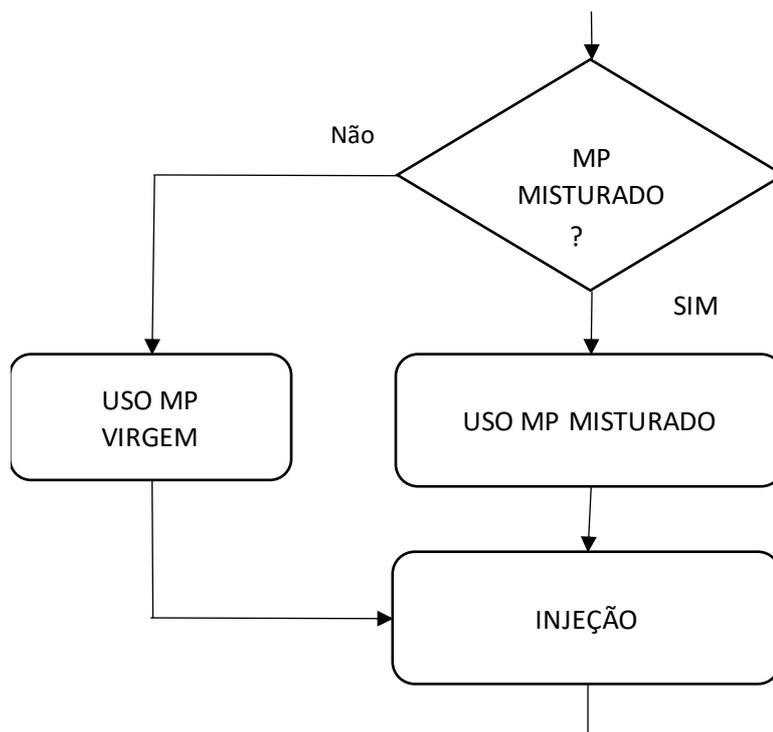


Figura 29 - Fluxograma de abastecimento de máquinas

(elaborado pelo autor)

O responsável pelo planeamento remete uma ordem de fabrico do produto, contendo as informações necessárias, como a matéria-prima necessária. Como podemos ver na figura 29 um excerto do fluxograma da tomada de decisão ao abastecer as máquinas de injeção. O operador verifica se a matéria-prima misturada existe em *stock* no *software* PHC ou se é necessário produzir. Caso seja necessário abastecer alguma máquina de injeção e não exista matéria-prima misturada, essa máquina terá de ser abastecida com apenas matéria-prima virgem. No Anexo III encontra-se o fluxo de informação da zona de misturas e abastecimento.

Toda a informação gerada na secção de mistura, referente à quantidade de octabins produzidas e o tipo de referência é registada em documentos escritos e que posteriormente são colocados no programa PHC, contudo ainda existe muitos documentos que acabam por permanecer em arquivos.

4.3.2 Investimento

Este posto de trabalho permite à empresa rentabilizar produtos defeituosos provenientes da produção (após a sua moagem) e utilizá-los novamente na forma de reciclado misturando com material virgem, a empresa adotou uma política de utilização de 10% de reciclado em todo o abastecimento das máquinas de injeção da área de produção. Então apenas 10% das octabins de 500kg são constituídas por material reciclado de maneira ao produto não perder qualidade.

Com o planeamento da produção lançado para as máquinas de injeção dos anos anteriores conseguimos obter informação do consumo de matéria-prima anual, e conseqüentemente o número de octabins necessárias a serem produzidas (Anexo X).

Neste momento a empresa possui 2 máquinas de misturadora e dosagem, operadas por apenas 1 trabalhador com um horário de produção de 8h (1 dia de trabalho), produzindo-se uma média de 3 octabins por dia. Este processo tem um desvio-padrão algo elevado pois consoante a matéria-prima a misturar caso não seja igual é necessário a limpeza das máquinas para não existir contaminação de matéria-prima, existindo a possibilidade de os tempos de limpeza das máquinas sejam elevados.

Tabela 3 - Capacidade de produção secção misturas

	\bar{x} de produção (octabins/ dia)	s (octabins/dia)
Máquina 1	3	0,5
Máquina 2	3	0,5

Através da análise à capacidade de produção do misturado de granulado com reciclado conseguimos verificar na Tabela 3 então, os valores médios que cada octabin de 500Kg necessita a ser produzida e também o desvio padrão relativo às variâncias que podem ocorrer durante o trabalho do operador.

Sabendo então o tempo de mistura que cada octabin necessita para ser produzida, através da quantidade que serão precisas anualmente conseguimos obter então o tempo necessário para a produção de todas as misturas anuais (Anexo VII).

Com base na capacidade de produção apresentada na secção de misturas como mostra na Tabela 4 e a quantidade de octabins a serem produzidas nos respetivos anos, no Anexo VII, conseguimos então calcular a capacidade de produção desta secção relativamente com as necessidades da empresa no que diz respeito ao abastecimento das máquinas de injeção.

Tabela 4 - Tabela Disponibilidade máquinas mistura

Ano	Tempo de Produção real (horas/ano)	Tempo de Produção necessária (horas/ano)	Capacidade Produção (%)
2018	4160	16971	24,5%
2019	4160	14919	27,9%
2020	4160	11349	36,7%
Média	4160	14413	28,8%

Através da observação da Tabela 4 conseguimos observar um decréscimo na quantidade de produção da empresa, um dos fatores que originam essa causa deve-se ao fato do início da pandemia Covid-19

que o mundo atravessa neste momento, não deixando indiferente a indústria de injeção de plásticos e diminuindo então o volume de produção. Conseguimos observar também que a percentagem de produção desta secção é muito abaixo do expectável, com uma média dos 3 anos de 28,8%, não existindo máquinas suficientes que consigam produzir octabins com reciclado misturado com matéria-prima virgem, para abastecer toda a produção na secção da injeção.

Em cruzamento de dados com o custo da matéria-prima adquirida pela empresa conseguimos então analisar os possíveis ganhos da empresa que a empresa consegue obter ao utilizar reciclado de peças não conformes provenientes da secção da injeção e reutilizá-los na mistura com material virgem, como podemos ver em maior detalhe no Anexo VIII.

Face a esta falta de capacidade de resposta por parte da secção de misturas que se traduzem num custo para a empresa, esta decidiu por estes motivos analisar a hipótese de investimento de uma possível máquina de mistura e analisar os prós e contras desse investimento sendo um dos trabalhos a desenvolver mais a frente.

5. PROPOSTAS DE MELHORIA

Neste capítulo apresenta-se algumas propostas para tentar resolver os problemas identificados no capítulo anterior e atingir objetivos planeados

5.1 Propostas de melhoria aos defeitos

Tendo conhecimento dos *inputs* do sistema produtivo que afetam a qualidade e dão origem às não conformidades mais frequentes, reuniram-se as condições suficientes para proceder à elaboração do plano de ações de melhoria.

Apesar do ideal ser a concretização destas ações para posteriormente se analisar os impactos das mesmas, tal não foi exequível, devido às limitações relacionadas com o tempo disponível para a investigação. Para se obter resultados que fossem verdadeiramente representativos do impacto das ações de melhoria, seria necessária uma amostragem similar à adquirida em estudo, ou seja, um ano de produção.

As ações propostas resultam do *brainstorming* realizado com os agentes envolvidos nos processos dos produtos em questão, engenheiros da qualidade e da produção. Adicionalmente também são consideradas as informações técnicas da organização e o conhecimento adquirido pela experiência e pela visualização e análise crítica do sistema, para além de todo o conhecimento adquirido na literatura analisada face ao contexto da empresa.

Tabela 5 - Ações de melhoria sobre efeitos de peças ratadas

Causas	Ações de Melhoria
Medição	<p>Aumentar a frequência de verificação da máquina;</p> <p>Verificar e regular adequadamente o sistema de refrigeração, aquecimento e pressão;</p> <p>Adequar sistemas de medida às necessidades;</p>
Máquina/Molde	<p>Manutenção das máquinas;</p> <p>Limpeza de todo o equipamento;</p> <p>Testar a viabilidade de aquisição de novos equipamentos;</p>
Matéria-Prima	<p>Ajustar as características do processo às características da matéria-prima;</p> <p>Ajustar processo aos diferentes tipo de matéria-prima;</p>
Meio-Ambiente	<p>Aumentar a periodicidade de limpeza do moinho;</p> <p>Implementar um sistema de limpeza das embalagens;</p> <p>Aumentar o resguardo da matéria-prima;</p> <p>Melhorar limpeza de equipamentos;</p> <p>Melhor a eliminação de contaminações por óleo ou água;</p> <p>Melhorar separação de materiais para reciclar;</p>
Mão-de-Obra	<p>Melhorar a formação dos colaboradores, relativamente ao funcionamento do equipamento e à metodologia do modo operatório a executar;</p> <p>Tornar o modo operatório mais intuitivo e visível;</p> <p>Adquirir modos de registos mais intuitivos e percetíveis;</p> <p>Melhorar meios de comunicação entre diferentes departamentos,</p>
Método	<p>Melhorar o planeamento da produção, de modo a assegurar que a cada produção é selecionada a máquina mais adequada ao processo e que</p>

	<p>todo o material necessário à produção se encontre disponível e em bom estado;</p> <p>Redefinir modo operatório;</p> <p>Aumentar frequência de manutenção de todo o equipamento;</p>
--	--

Tabela 6 - Ações de melhoria sobre efeitos de peças raiadas

Causas	Ações de Melhoria
Medição	<p>Aumentar a frequência de reificação do funcionamento dos equipamentos;</p> <p>Melhorar planeamento da produção;</p>
Máquina/Molde	<p>Aplicar 5S;</p> <p>Aumentar frequência de manutenção dos equipamentos;</p> <p>Formação sobre os equipamentos;</p>
Matéria-Prima	<p>Aumentar a verificação do estado da matéria-prima;</p>
Meio-Ambiente	<p>Estudar a viabilidade de ajustar/redefinir o layout da empresa;</p> <p>Melhorar a limpeza e manutenção de máquinas de modo que produções em simultâneo não interfiram no sistema de funcionamento de cada um;</p> <p>Aumentar eficácia no controlo sobre derrames de água em mudança de molde;</p> <p>Aumentar eficácia no isolamento e tratamento de reciclados;</p>
Mão-de-Obra	<p>Melhorar formação de colaboradores;</p> <p>Melhorar a informação sobre o funcionamento dos processos junto dos postos;</p> <p>Tornar todos os modos operatórios mais visíveis e intuitivos;</p> <p>Melhorar meios de comunicação;</p>

	Melhorar a informação técnica sobre os processos;
Método	Informatizar os dados de funcionamento do processo e torná-los mais acessíveis e intuitivos; Aplicar 5S; Formação nas mudanças de molde;

Através da análise da informação das Tabelas 5 e 6 sobre as medidas de melhoria segundo tipo de não conformes e principais causas que afetam a qualidade do processo, pode-se verificar que há problemas comuns. Causas comuns assinalam a existência de medidas corretivas com necessidade de reforço urgente, pois ao serem aplicadas irão ter o seu impacto direcionado não só para um tipo de não conformidade em específico, mas irão ter um impacto assinalável na melhoria da Qualidade do sistema produtivo no seu todo.

As causas que despertaram maior atenção pelo seu grau de afetação de todo o sistema produtivo com um efeito “bola de neve” foram a falta de manutenção dos equipamentos, as falhas na comunicação e formação dos operários e, por fim, as falhas na limpeza e organização do sistema.

A falta de informação, comunicação e formação dos colaboradores vai fazer com que haja um desenrolar de ações inapropriadas no processo. Por outro lado, a falta de informação desencadeia no colaborador uma sensação de pouca autonomia e confiança no desempenhar das suas tarefas. Por sua vez, estes fatores aumentam a dependência dos colaboradores para com os membros de gestão intermédia, aumentando a pressão destes e a falta de tempo dos mesmos para o desempenhar de outras tarefas. Sensações de desânimo ou desmotivação podem ser geradas alterando o rendimento de todo o corpo da organização. Colaboradores desmotivados são colaboradores cujo rendimento, eficácia e eficiência de trabalho são afetadas.

A falta de manutenção dos equipamentos faz com que as condições ideais de funcionamento das máquinas não sejam asseguradas, sendo a fiabilidade das mesmas comprometida. Falhas consequentes da degradação de elementos da máquina podem causar falhas pontuais irreversíveis ou falhas catastróficas, cuja resolução do problema passa pela remoção do componente com avaria e substituição por um novo.

Componentes de uma máquina cuja fiabilidade esteja condicionada são elementos cujo funcionamento não é realizado devidamente e, como tal, o processamento dos mesmos é comprometido. A execução de uma manutenção planeada e definida segundo o desgaste do equipamento permite aumentar o tempo de vida útil dos equipamentos e aumentar a eficiência e eficácia do seu funcionamento. Casos como a fuga de óleo ou água, devido à degradação das tubagens, por exemplo, podem afetar não só a produção realizada na máquina na qual estão inseridas, como também podem contaminar o sistema de trabalho vizinho

O caso da falha de aplicação dos 5'S, também está bem patente na falta de organização e limpeza do local de trabalho. Postos de trabalho limpos e arrumados são postos com a presença única de ferramentas indispensáveis ao trabalho e essenciais para o acréscimo de valor ao produto. Os desperdícios são minimizados, quer na forma da presença única de material indispensável à execução das tarefas, quer na quantidade produzida, no número de etapas do modo operativo, ou mesmo na organização do material. Os recursos produtivos no local correto e cada recurso com um espaço bem definido de colocação, permitem uma melhor gestão visual do local sendo os elementos que podem comprometer a Qualidade e funcionamento do sistema identificados mais facilmente.

Fazendo uma análise por uma vertente diferente e partindo da análise realizada no diagrama de causa-efeito, especialmente no que respeita à falta de limpeza das embalagens e contaminação de matéria-prima, a aplicação dos 5'S também poderia ter um resultado extremamente significativo nestas causas.

Sendo o sistema de trabalho como o próprio nome o indica um sistema, então a alteração do modo normal de funcionamento de um subsistema irá ter repercussões em todo o sistema. É o chamado “efeito dominó” ou “efeito bola-de-neve”. Este efeito é visível quando se analisam com mais detalhe as causas e as ações corretivas mencionadas, pois assiste-se a uma repetição de informação de um “M” para outro “M”.

5.2 Aplicação Excel nas misturas

Com o intuito de calcular e analisar os consumos de matérias-primas misturada (granulados de matéria-prima virgem com reciclado) no abastecimento às máquinas de Injeção de Plásticos, foi desenvolvido um programa Excel capaz de fornecer estas informações indispensáveis para uma correta programação e planeamento.

O funcionamento da aplicação Excel referida está assente numa base-de-dados dividida em múltiplas folhas de cálculo, que armazenam informações importantes relativas aos diferentes componentes

injetados nesta secção. Com o intuito de simplificar a programação da presente ferramenta e de forma a facilitar a organização dos dados recolhidos em PHC, dossiês da Engenharia de Processo, planeamento fornecido pela logística e outras fontes de informação, A partir da base-de-dados incorporada no programa e das escolhas efetuadas pelo utilizador na interface da página principal, esta aplicação procede automaticamente com todas as ações necessárias para o cálculo dos valores pretendidos.

O planeamento é feito semanalmente, numa folha Excel, indicando para cada máquina de injeção a respetiva referência a produzir em cada dia da semana. A aplicação Excel desenvolvida vai procurar em toda a folha de planeamento pela respetiva referência e apurar a quantidade de tempo que vão estar a ser produzidas.

Em “Referencia” figuram as referências atribuídas pela organização aos componentes injetados nas máquinas de injeção (Anexo IV). A partir de simples pesquisas no software PHC, onde se podem consultar os Planos de Trabalho e as Listas Técnicas associadas, é possível extrair diretamente as informações apresentadas nas colunas seguintes:

- “Tempo Produção”, onde consta o número de dias que de acordo com o planeamento da produção fornecido pela logística, esta referência se vai encontrar em produção;
- “Material”, corresponde através de uma pesquisa aos dados das referências ao tipo de matéria-prima que é consumido por essa referência;
- “Consumo”, coincide com a quantidade de matéria-prima que a referência caso se encontre no planeamento vai consumir de hora em hora;
- “Total”, corresponde ao consumo de matéria-prima que se vai consumir tendo em conta o tempo de produção indicado pelo planeamento;

Lançado o planeamento semanal, a aplicação está pronta a ser utilizada. A folha de Excel relativa aos consumos por referência vai automaticamente atualizar de acordo com o planeamento, fornecendo então os consumos para a semana respetiva.

Sendo a coluna “consumos” calculada através do tempo de ciclo de cada peça (segundos), o número de cavidades e o peso de cada peça. Por forma a obter esses valores recorreu-se a expressão:

$$\text{Consumo} = \frac{3600}{\text{Tempo de Ciclo}} * \text{Número de Cavidades} * \text{Peso da peça [Kg/h]} \quad (\text{Equação 4})$$

A coluna “total” refere ao consumo total da referência correspondente a todos os dias da semana, apresentando então através da seguinte expressão:

$$Total = Consumo * Tempo de Produção [Kg] \quad (\text{Equação 5})$$

Após os consumos totais calculadas na folha Excel “Consumos”, os respetivos consumos são traduzidos em consumos de matérias-primas, onde em conjunto com os dados recolhidos do PHC relativos ao armazenamento de matéria-prima vamos conseguir obter a quantidade de material necessário para abastecer as máquinas da injeção com material misturado (granulados de matéria-prima virgem com reciclado)

Em “Material” figuram as referências atribuídas pela organização às matérias-primas utilizadas para abastecer as máquinas de injeção (Anexo V), sendo possível extrair diretamente as informações apresentadas nas colunas seguintes:

- A coluna “necessidade” retrata a quantidade de matéria-prima que é necessária para abastecer todo o consumo requisitado pelo planeamento que foi calculado na folha de Excel anterior “Consumos);
- A coluna “Coef. Seg. (10%)” refere-se a uma decisão tomada pela empresa de utilizar um coeficiente de segurança de 10% das necessidades totais de matéria-prima caso algo fora do previsto acontece e exista uma margem de segurança e um *stock* adicional de matéria-prima misturada;
- As colunas “*Stock*” e “Balanço” referem-se ao armazenamento de matéria-prima misturada em armazém, obtendo assim o “Balanço” que diz respeito às necessidades que a empresa necessita produzir;
- “Octabins” corresponde ao número necessário de octabins (500 Kg) para abastecer nessa semana as máquinas de injeção obtendo-se através do “Balanço”
- “T.prod (h)” coincide com o tempo necessário para produzir as octabins pretendidas tendo em conta o tempo de produção das mesmas;
- “T.prod. maq.” corresponde ao tempo de produção necessário dividido entre as 2 máquinas de mistura existentes.
- “Poupança (€)” corresponde às possíveis poupanças existentes na produção destas misturas de granulados de plásticos virgem com reciclado, tendo em conta o preço das matérias-primas;

A intenção de regularizar o modo como fornece estas matérias-primas, assegurando o respeito pelo planeamento culminou na implementação de um procedimento capaz de comunicar de forma instantânea e visual a quantidade de material necessária num determinado momento (Figura 30). A proposta apresentada assenta na introdução de um conceito simples e funcional capaz de auxiliar o operador responsável por esta secção nas tomadas de decisões, para isso a aplicação é capaz de fornecer informações ao operador tendo em conta a semana toda ou também consegue fornecer ao operador informações relativas à quantidade de matéria-prima diária necessária. Também está equipada a recurso de elementos visuais de modo que se tenha em atenção certos aspetos críticos do planeamento como quantidade elevada de certa referência e o valor monetário que se irá poupar no caso da produção dessa mistura.

Material	Octabins	T.Prod(h)	T.Prod Maq	Possíveis Poupanças(€)
TPE001	2	6	3	61,00 €
TPE002	16	48	24	399,20 €
TPE015	2	6	3	54,10 €
TPE016	2	6	3	23,65 €
PCABS009	5	15	8	66,00 €
PCABS010	4	12	6	81,00 €
PCABS014	2	6	3	30,80 €
PCABS022	3	9	5	78,75 €
POM003	3	9	5	38,10 €
POM018	4	12	6	56,80 €
ABS030	1	3	2	10,00 €
TPO010	3	9	5	30,00 €
PMMA001	2	6	3	51,20 €
PA015	1	3	2	13,40 €
PA034	1	3	2	33,50 €
PC008	1	3	2	14,00 €

Figura 30 - Interface aplicação Excel

5.3 Plano de investimento

Com objetivo de aumentar a capacidade de produção da secção de misturas a empresa decidiu iniciar um projeto para a implementação de uma nova máquina de dosagem e mistura de granulado de plástico. Assim neste capítulo serão apresentados os motivos que suportam esta tomada de decisão, quais os objetivos esperados e as etapas que o constituem.

Com base no trabalho do capítulo relativo á análise da produção desta secção é possível calcular as receitas anuais geradas por este processo. Sendo a máquina a adquirir com características semelhantes

às outras já existentes na empresa, é possível calcular a percentagem de produção que a secção ficaria a ganhar como podemos ver na Tabela 7.

Tabela 7 - Novo processo secção misturas

	\bar{x} de produção (octabins/ dia)	s (octabins/dia)
Máquina 1	3	0,5
Máquina 2	3	0,5
Máquina 3	3	0,5

Tabela 8 - Produção com nova máquina

Ano	Tempo de Produção real (horas/ano)	Tempo de Produção necessária (horas/ano)	Capacidade Produção (%)
2018	6240	16971	37%
2019	6240	14919	42%
2020	6240	11349	55%
Média	6240	14413	42%

Através da análise das Tabela 8 conseguimos verificar um aumento de 14%, consequentemente conseguimos apurar o valor das receitas geradas pela aquisição deste novo equipamento.

5.3.1 Premissas Investimento

Para a finalidade deste projeto, não se definiram custos sobre a mão-de-obra uma vez que esta secção já se encontra em produção e com 1 trabalhador dedicado a esta área, apenas se vai estudar a viabilidade do equipamento e garantir que o investimento seja viável uma vez que os custos de mão-de-obra já são existentes

Os pressupostos económico-financeiros que serviram de base para a elaboração do estudo de viabilidade económica encontram-se listados na Tabela 9

Tabela 9 - Pressupostos financeiros

Pressuposto	Valor
IVA	23 %
IRC	21 %
TMA	10 %
Energia Elétrica	0,145 € / kWh

Considerou-se a taxa de IVA (Imposto sobre Valor Acrescentado) de 23 %, que será aplicada a todos os produtos e serviços adquiridos a empresas sediadas em Portugal. A taxa de IRC (Imposto sobre o Rendimento de pessoas Coletivas), de 21 %, é aplicada ao lucro tributável gerado pelo projeto. A TMA aplicada no estudo de viabilidade económica foi, por deliberação da empresa e de acordo com a política da empresa InovePlastika, de 10 %.

Para o preço da energia elétrica calculou-se o custo médio do kWh cobrado pela empresa fornecedora de energia na fatura correspondente ao ano de 2020, sendo este 0,145 € / kWh que deverá ser acrescida a taxa de IVA.

O Investimento para este projeto engloba todo o capital necessário para a compra, transporte de uma máquina de dosagem e mistura de granulado de plástico. Para este estudo considera-se que todo investimento será realizado num único momento, o dia 01 de janeiro de 2021, que é o Ano 0 do estudo de viabilidade económica. Na Tabela 10 apresenta-se os valores monetários respetivos a cada uma destas parcelas do investimento.

Tabela 10 - Plano de investimento

Descrição do Investimento	Unidades	Preço Unitário	IVA	Total
Máquina doseadora- mistura	1	31 000,00 €	0%	31.000,00 €
Transporte	1	3000 €	23%	3690,00€
Total				34.690,00 €

O preço unitário de uma máquina de mistura e dosagem de granulado, orçamentado pelo fornecedor, é de 31.000,00 €. A taxa de IVA a aplicar nesta aquisição é de 0 % uma vez que se trata de um equipamento importado. Considerou-se um valor de 3000 € de transporte, o que totaliza um valor de 3690,00 €, após a aplicação da taxa de IVA de 23%.

Como já foi referido através do cálculo dos valores de produção dos anos anteriores com o aumento de produção com aquisição da nova máquina foi possível calcular as receitas previstas para os anos futuros (Tabela 11).

Tabela 11 - Receitas anuais geradas

Anual	
Previsão Receita	14 613,51€

De acordo com a janela temporal do projeto, foi assumido um período de nove anos para amortização do investimento do equipamento produtivo instalado nesta área de produção. Na Tabela 12 apresentam-se o valor anual de amortização do equipamento e valor do custo de eletricidade. Sendo o motor da máquina tem uma potência de 200 W, estimando-se um consumo de 416 kWh que corresponde a um valor anual de 60,32€.

Tabela 12 - Custos anuais

Anual	
Eletricidade	60,32 €
Amortização	3 444,00 €

Calcularam-se os fluxos financeiros ao longo do período de 9 anos compreendido neste estudo.

Na Tabela 13 apresentam-se os resultados dos fluxos financeiros, fluxos financeiros acumulados, fluxos financeiros atualizados e fluxos financeiros atualizados acumulados do projeto ao longo do tempo considerado nesta avaliação. Os fluxos financeiros são sempre positivos com exceção do ano de 2021 (ano 0), ano em que é realizado o investimento. Embora os fluxos financeiros cresçam de ano para ano, verifica-se um decréscimo dos fluxos financeiros atualizados (Tabela 13). Estes dados revelam que o efeito da perda de valor do dinheiro no tempo, determinado pela taxa de rentabilidade que a empresa pretende obter, a TMA, é superior ao crescimento das receitas ao longo do tempo de vida do projeto.

Tabela 13 - Fluxos Financeiros

Ano	Fluxos Financeiros	Fluxos Financeiros Acumulados	Fluxos Financeiros Atualizados	Fluxos Financeiros Acumulados Atualizados
0	-34 504,76 €	-34 504,76 €	-34 504,76 €	-34 504,76 €
1	11 108,74 €	-23 396,02 €	10 098,86 €	-24 405,91 €
2	11 108,74 €	-12 287,28 €	9 180,78 €	-15 225,13 €
3	11 108,74 €	-1 178,53 €	8 346,16 €	-6 878,96 €
4	11 108,74 €	9 930,21 €	7 587,42 €	708,46 €
5	11 108,74 €	21 038,95 €	6 897,66 €	7 606,11 €
6	11 108,74 €	32 147,70 €	6 270,60 €	13 876,71 €
7	11 108,74 €	43 256,44 €	5 700,54 €	19 577,25 €
8	11 108,74 €	54 365,18 €	5 182,31 €	24 759,56 €

Os fluxos financeiros acumulados são crescentes, partindo de um valor negativo, relativo ao investimento inicial e atingindo valores positivos a partir do momento correspondente ao TR. Ao fim dos 9 anos estudados os fluxos financeiros acumulados e os fluxos financeiros acumulados atualizados atingem valores de 54 908,06 € e 25 141,69 €, respetivamente.

Assim, determinaram-se o VAL, a TIR, a AE o PRI simples e atualizado bem como a IR.

A TMA utilizada foi de 10% e os resultados obtidos são exibidos na Tabela 14. O resultado obtido para o VAL de 59 586,13 €, por ser um valor superior a 0, permite concluir que o projeto é viável mediante os

critérios de aceitação deste indicador de viabilidade económica. Este resultado indica que o investidor deste projeto, não só terá o retorno do seu investimento, como receberá ainda uma mais-valia no final do período estudado. Para a comparação entre projetos de tempos com vida diferentes, poderá ser útil ao investidor conhecer um indicador que traduza o VAL num valor anual.

Nessa medida, calculou-se a AE (Anuidade Equivalente) e obteve-se um valor de 4 711,50 € que, tal como o VAL, é positivo e confirma a viabilidade económica do projeto. Outro indicador diretamente relacionado com o VAL é a TIR, que representa a taxa de juro para qual o VAL do projeto é igual a 0. O valor obtido neste estudo, de 28%, é bastante superior à TMA definida para o projeto, o que indica que o projeto é viável segundo este indicador.

A partir dos fluxos financeiros acumulados do projeto calcularam-se o PRI simples e PRI atualizado do projeto, com o resultado obtido de 3,08 anos e 3,87 anos, respetivamente. Estes resultados permitem considerar o projeto como de retorno a longo prazo. O valor obtido para o IR (Índice de Rentabilidade), de 1,92, está acima da condição de aceitação deste indicador ($IR > 1$), o que indica que este projeto é atrativo de acordo com este critério.

Tabela 14 - Indicadores de Viabilidade Económica

Indicador de Viabilidade Económica	Valor
Valor Atual Líquido	59 586,13 €
Taxa Interna de Rentabilidade	28%
Anuidade Equivalente	4 711,50 €
Período de Recuperação do Investimento (simples)	3,08
Período de Recuperação do Investimento (atualizado)	3,87
Índice de Rentabilidade	1,92

6. CONCLUSÃO

Neste capítulo apresenta-se uma síntese das conclusões do projeto desenvolvido ao longo da dissertação e das propostas de melhoria sugeridas. Além disso apresentam-se sugestões para trabalho futuro.

6.1 Observações finais

O desenvolvimento desta dissertação na InovePlastika teve como objetivo principal estudar e melhorar o desempenho do processo produtivo da injeção de componentes poliméricos através da utilização e implementação de algumas ferramentas *lean*.

Assim, começou-se por estudar todo o processo, com início na identificação das várias secções produtivas da empresa mais em específico na área da injeção de plásticos e na secção de mistura de granulado virgem com matéria-prima reciclada, identificando-se o fluxo de informação e de material.

Após esta fase de estudo e compreensão deste sistema produtivo, seguiu-se a sua análise através do recurso a ferramentas *lean* e de qualidade como *standard work*, 5S, gestão visual, análise de Pareto e diagrama de Causa-Efeito, que foram essenciais para perceber os pontos fracos do processo produtivo e o que melhorar, como por exemplo a organização dos postos de trabalho.

Na área da injeção foi realizada uma análise à produção de defeitos e os custos relativos a essa produção de não-conformes, efetuou-se uma análise à produção de não-conformes por mês para verificar se existia alguma variabilidade sendo que todos os meses com maior valor de defeitos apresentavam justificação. Posteriormente realizou-se uma análise aos defeitos produzidos de uma família de componentes que representam 60% da produção da empresa. Para esta análise foi necessário utilizar como apoio a ferramenta de análise de Pareto para que nos permitiu identificar uma série de defeitos onde conseguimos identificar que mais de 50% dos produtos não conformes são causados por apenas dois tipos de defeitos.

Na secção das misturas realizou-se um levantamento das necessidades de produção tendo em conta o planeamento lançado pela logística verificando-se que se encontra muito abaixo do expectável com apenas 28,8% de capacidade de produção. Verificou-se também que existia pouco auxílio e planeamento no momento em que as ordens eram lançadas e depois executadas no posto de trabalho.

Com os problemas analisados e identificados procedeu-se à elaboração das propostas de melhoria através da implementação e aplicação de ferramentas como o, *standard work*, os 5S, gestão visual,

desenvolvimento de uma aplicação Excel de auxílio ao planeamento e produção na área das misturas e ainda uma análise de investimento na área de modo a aumentar a capacidade de produção.

A próxima fase deste projeto de investigação consistiu em identificar as causas que deram origem aos problemas assinalados pelo Diagrama de Pareto. Face aos dois maiores tipos de problemas identificados (peças ratadas e raiadas) recorreu-se ao uso da ferramenta Diagrama de Causa-Efeito.

As principais causas identificadas conducentes à criação dos não conformes foram: a contaminação do sistema por poluentes decorrentes da atividade do próprio sistema em estudo, ou por via de sistemas em paralelo responsáveis por outra produção simultânea, pela falta de formação dos colaboradores ou falta de adequação das instruções de trabalho perante condicionantes decorrentes da atividade do sistema produtivo, pela necessidade de aplicação de manutenções mais frequentes em máquinas e equipamentos, e, por fim, pela necessidade de uma melhor aplicação e sistematização da técnica 5'S.

Tendo conhecimento dos *inputs* do sistema produtivo que afetam a qualidade reuniram-se as condições suficientes para proceder à elaboração do plano de ações corretivas, tendo a análise de dados demonstrado a existência de causas comuns na origem. Apesar do ideal ser a concretização destas ações para posteriormente se analisar o impacto das mesmas, tal não foi exequível por uma questão do tempo disponível para a investigação.

Outra das sugestões passou pela introdução de sistemas de gestão visual (baseado na aplicação Excel desenvolvida) capaz de regularizar e normalizar a quantidade de produção na área das misturas para abastecimento das máquinas de injeção. Desta forma, conseguiu-se assegurar que esta tarefa fosse desempenhada com auxílio desta ferramenta de forma a conseguir um planeamento mais eficaz tendo em conta as ordens de produção dadas pelo planeamento.

De modo a aumentar a capacidade de produção da secção das misturas realizou-se uma análise de investimento a este posto de trabalho, com base na aquisição de uma máquina que se traduz num aumento de 14% na capacidade de produção do posto de trabalho e realizou-se um levantamento do investimento necessário, das despesas e receitas estimadas. Após a análise realizada obtiveram-se resultados positivos para os indicadores de viabilidade económica como o VAL, TIR e PRI.

O PRI de 3,08 anos indica que a recuperação do investimento pode ser considerada algo de a longo prazo, a TIR de 28% e o VAL de 59 586,13 € garantem à empresa que este investimento é benéfico para a empresa e lucrativo tendo em conta os anos considerados para esta análise de investimento.

A gestão visual e os 5S implicam que todos os operadores e colaboradores da empresa devem manter os seus postos de trabalhos arrumados, organizados e limpos, reduzindo desta forma a ocorrência de desperdícios e deslocações desnecessárias. Também é importante e bastante vantajoso que todos os colaboradores tenham conhecimento acerca dos seus indicadores de desempenho individual e coletivo de forma a responsabilizar, motivar e atualizar todas as partes envolvidas.

O balanço final deste projeto, apesar de algumas dificuldades, revelou ser bastante positivo uma vez que permitiu um primeiro contacto direto com o mundo da indústria o que acabou por ser um desafio interessante e enriquecedor, uma vez que ofereceu a possibilidade de aplicar os conhecimentos adquiridos durante o curso num contexto real.

6.2 Sugestões de trabalho para o futuro

Ao longo deste trabalho, apesar de terem sido várias as propostas e sugestões de melhoria, nem todas foram implementadas na sua totalidade, nomeadamente as medidas de prevenção para os defeitos encontrados, os 5S e a gestão visual.

Como trabalho futuro, sugere-se o estudo e possibilidade de implementar as medidas de ação para os defeitos analisados que porventura também irão resolver os restantes defeitos onde as causas não foram aqui analisadas, baixando assim o número de produtos não conformes e conseqüentemente reduzir os custos da produção de não conformes.

Outro aspeto importante para trabalho futuro seria caso a empresa altera-se o seu layout fabril ou porventura expandisse a sua unidade fabril realizasse outra análise de investimento para verificar se era vantajoso ou não a aquisição de outra máquina de mistura, pois neste momento devido ao pouco espaço disponível a área de mistura só tem espaço para uma nova máquina.

No caso do planeamento na secção de misturas era vantajoso para o trabalhador no posto de trabalho se as ordens de planeamento lançadas pela empresa fossem lançadas com mais antecedência, dando tempo ao trabalhador para produzir as misturas necessárias. Mas sendo que a empresa atravessa uma fase de elevada de produção de não conformes tem também várias encomendas em atraso não sendo possível que as ordens de produção sejam lançadas com mais antecedência.

Devido ao surgimento da pandemia Covid-19, o custo de matéria-prima subiu consideravelmente, a indústria de plásticos não fugiu a regra, existindo também um aumento na aquisição das matérias-

primas. Sendo as medidas faladas e apresentadas anteriormente de facto importantes para a saúde financeira da empresa.

Em relação ao *standard work*, 5S e gestão visual, deve existir uma continuidade no estudo e implementação dos mesmos, ou seja, aplicar estas ferramentas ao longo de todas as fases do processo e dos postos de trabalho, de forma que esta filosofia seja uma prática imprescindível no *modus operandi* desta empresa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agustiady, T. K., & Cudney, E. A. (2016). *Strategies and implementation guide*. CRC Press. <https://book.org/book/2572244/84bbac>
- Akalu, M. M. (2001). Re-examining project appraisal and control: Developing a focus on wealth creation. *International Journal of Project Management*, 19(7), 375–383. [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(00\)00019-3](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(00)00019-3)
- Alves, A. (2007). Projecto dinâmico de Sistemas de Produção Orientados ao Produto. Tese de Doutoramento em Engenharia e Produção de Sistemas. *Universidade Do Minho: Escola de Engenharia*.
- Barros, C. P. (2007). Avaliação Financeira de Projetos de Investimento. In *Portugal: Escolar Editora*.
- Carreira, B. (2004). *Lean Manufacturing That Works: Powerful Tools for Dramatically Reducing Waste and Maximizing Profits*.
- Carvalho, D. (2008). Human Limitations on Waste Detection: An Experiment, Waste Detection Approaches. *First International Conference on Business Sustainability*, 5. <http://pessoais.dps.uminho.pt/jdac/Artigosporpublicar/HLWD.pdf>
- Chan, C. O., & Tay, H. L. (2018). Combining lean tools application in kaizen: a field study on the printing industry. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 67(1), 45–65. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-09-2016-0197>
- Chen, J. C., Li, Y., & Shady, B. D. (2010). From value stream mapping toward a lean/sigma continuous improvement process: An industrial case study. *International Journal of Production Research*, 48(4), 1069–1086. <https://doi.org/10.1080/00207540802484911>
- Dennis, P. (2005). Lean Production Simplified, Second Edition, A Plain-Language Guide to the World's Most Powerful Production System. In *CRC Press - Publisher* (p. 50).
- Feld, W. (2001). Lean manufacturing—tools, techniques, and how to use them. In *Journal of*

- Manufacturing Systems* (Vol. 20, Issue 1). [https://doi.org/10.1016/s0278-6125\(01\)80022-4](https://doi.org/10.1016/s0278-6125(01)80022-4)
- Fine, L. G. (2009). The SWOT Analysis: Using Your Strength to Overcome Weaknesses, Using Opportunities to Overcome Threats. *S (CreateSpac; L. Kick It, Ed.)*.
- Green, J. C., Lee, J., & Kozman, T. A. (2010). Managing lean manufacturing in material handling operations. *International Journal of Production Research*, 48(10), 2975–2993. <https://doi.org/10.1080/00207540902791819>
- Herr, K., & Anderson, G. L. (2014). *The Action Research Dissertation: A Guide for Students and Faculty*.
- Hirano, H. (1995). *5 Pillars of the Visual Workplace : the Sourcebook for 5 S* (p. 347).
- Imai, M. (2005). *Praise for Gemba Kaizen*.
- Júnior, L. (2019). *Por que implementar 5S na minha empresa?*
- Kalyebara, B., & Islam, S. (2013). Corporate Governance , Capital Markets , and Capital Budgeting. In *Contributions to Management Science*. <http://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-642-35907-1.pdf>
- Kerber, B., & Dreckshage, B. J. (2011). Lean Supply Chain Management Essentials : A Framework for Materials Managers. *Lean Supply Chain Management Essentials*. <https://doi.org/10.4324/9781439891223>
- Liker, J. K., & Hoseus, M. (2008). *Toyota Culture*. McGraw-Hill.
- Marksberry, P. (2012). The modern theory of the toyota production system: A systems inquiry of the world's most emulated and profitable management system. In *The Modern Theory of the Toyota Production System: A Systems Inquiry of the World's Most Emulated and Profitable Management System*. <https://doi.org/10.1201/b12902>
- Mostafa, S., Dumrak, J., & Soltan, H. (2013). A framework for lean manufacturing implementation. *Production and Manufacturing Research*, 1(1), 44–64. <https://doi.org/10.1080/21693277.2013.862159>

- Neves, J. C. (2002). Avaliação de Empresas e Negócios. In *Lisboa: McGraw-Hill*.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press.
- Parry, G. C., & Turner, C. E. (2006). Application of lean visual process management tools. *Production Planning and Control*, 17(1), 77–86. <https://doi.org/10.1080/09537280500414991>
- Pinto, J. P. (2008). Lean thinking. *Engineering*, 246.
- Shingo, S. (1989). *A Study of the Toyota Production System*.
- Shingo, Shigeo. (1989). *A Study of the Toyota Production System*. Productivity Press.
- Wada, K. (2020). Evolution of the Toyota Production System. In *Toyota Production System* (pp. 17–44). Springer Nature Singapore Pte Ltd. <https://doi.org/10.4324/9780429273018-2>
- Wang, Z., & Wang, N. (2012). Knowledge sharing, innovation and firm performance. *Expert Systems with Applications*, 39(10), 8899–8908. <https://doi.org/10.1016/J.ESWA.2012.02.017>
- Womack, J., Jones, D. T., & Roos, D. (1991). *The machine that changed the world: the story of lean production*. Macmillan Publishing Company.
- Womack, J P, & Jones, D. T. (1997). Lean Thinking—Banish Waste and Create Wealth in your Corporation. *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), 1148–1148. <https://doi.org/10.1038/SJ.JORS.2600967>
- Womack, James P., & Jones, D. T. (1997). Lean Thinking—Banish Waste and Create Wealth in your Corporation. *Journal of the Operational Research Society*. <https://doi.org/10.1057/jors.2010.172>
- Womack, James P., Jones, D. T., & Roos., D. (1990). *The machine that changed the world*. Macmillan Publishing Company. 323.

ANEXO I – ORGANIGRAMA GERAL DA EMPRESA

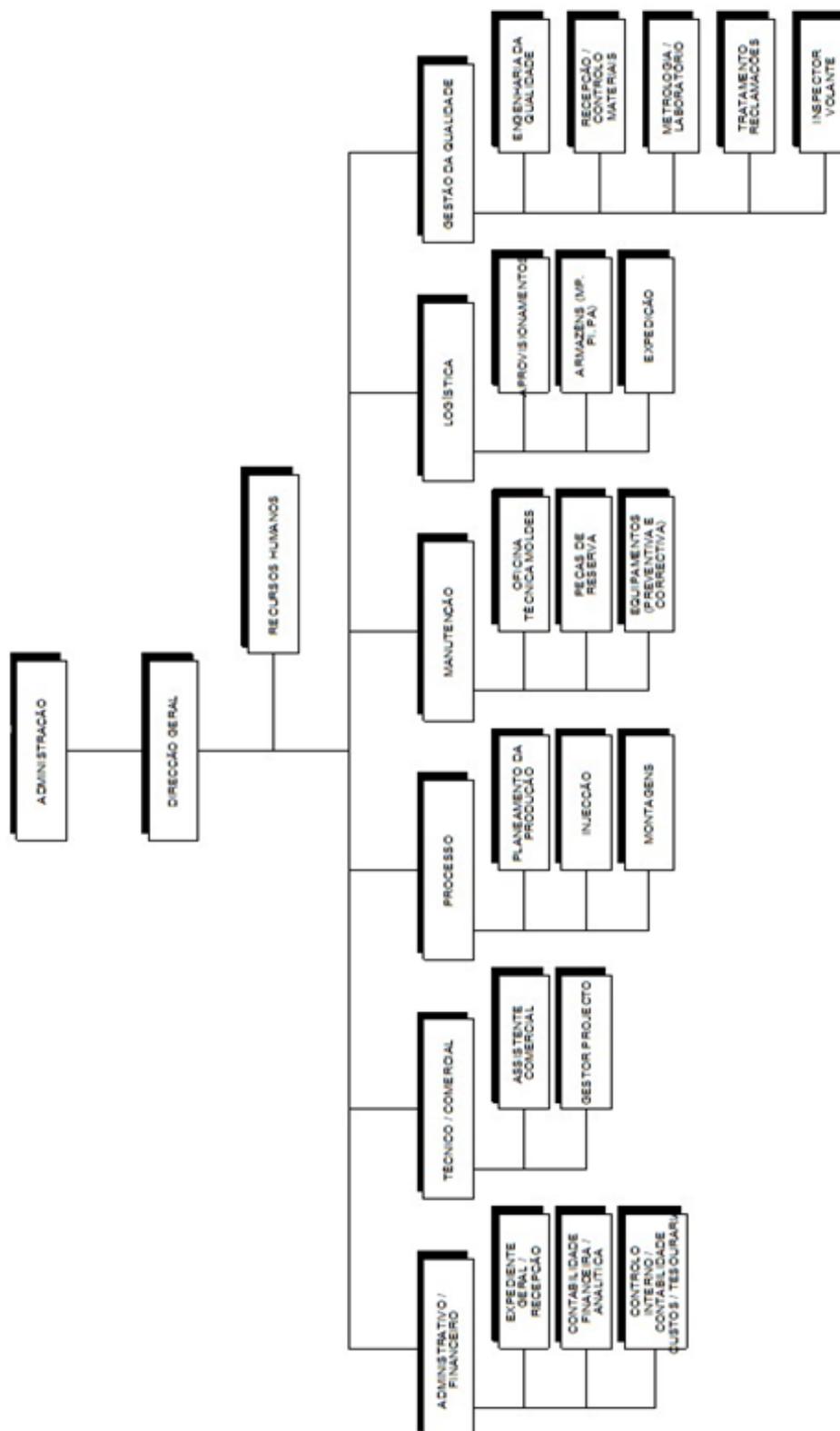


Figura 121 - Organigrama geral da empresa (dados da empresa)

ANEXO II – FLUXOGRAMA DO SISTEMA PRODUTIVO

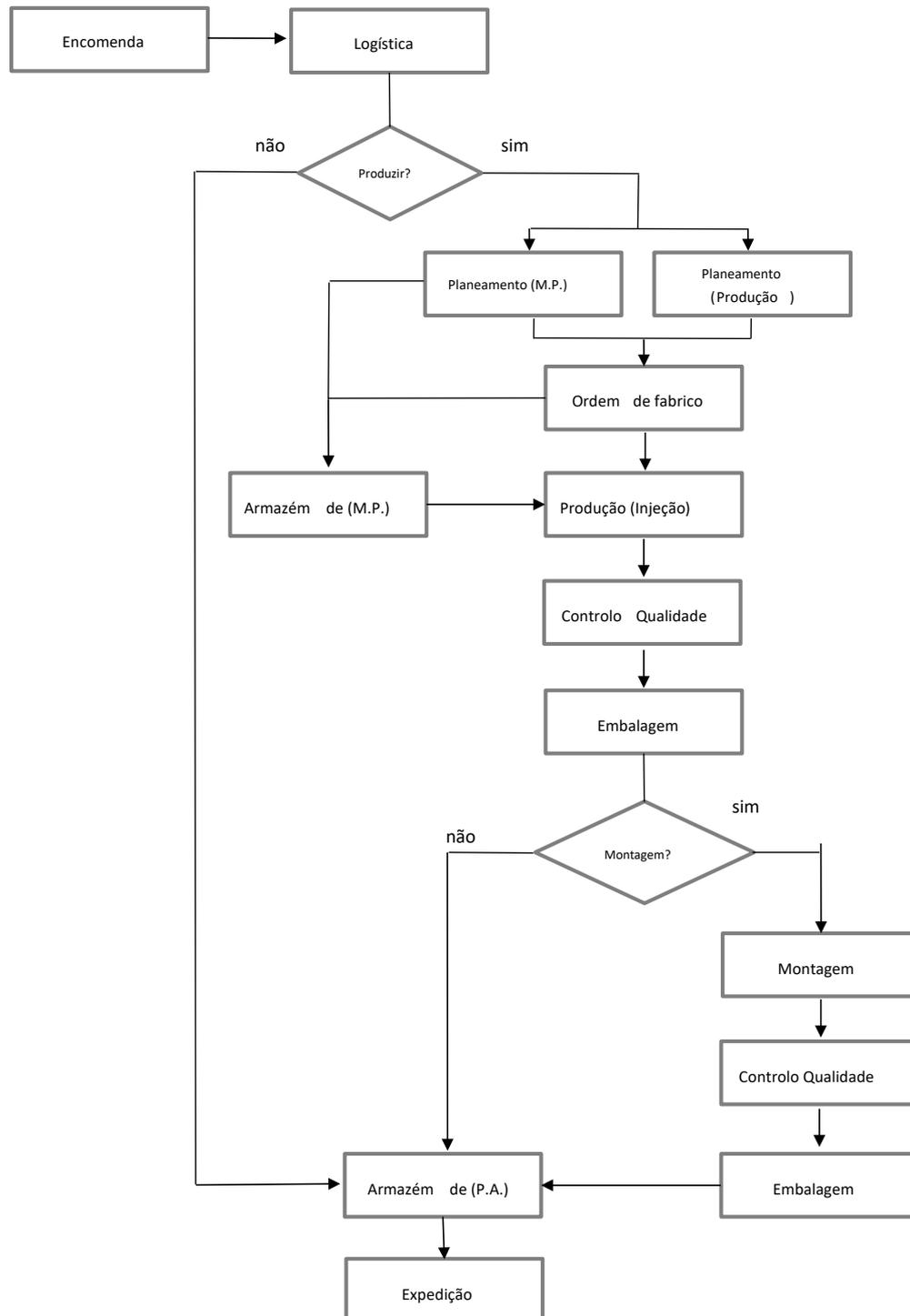


Figura 32 - Fluxo de informação da unidade fabril (elaborado pelo autor)

ANEXO III – FLUXOGRAMA DA SECÇÃO DE MISTURAS E ABASTECIMENTO

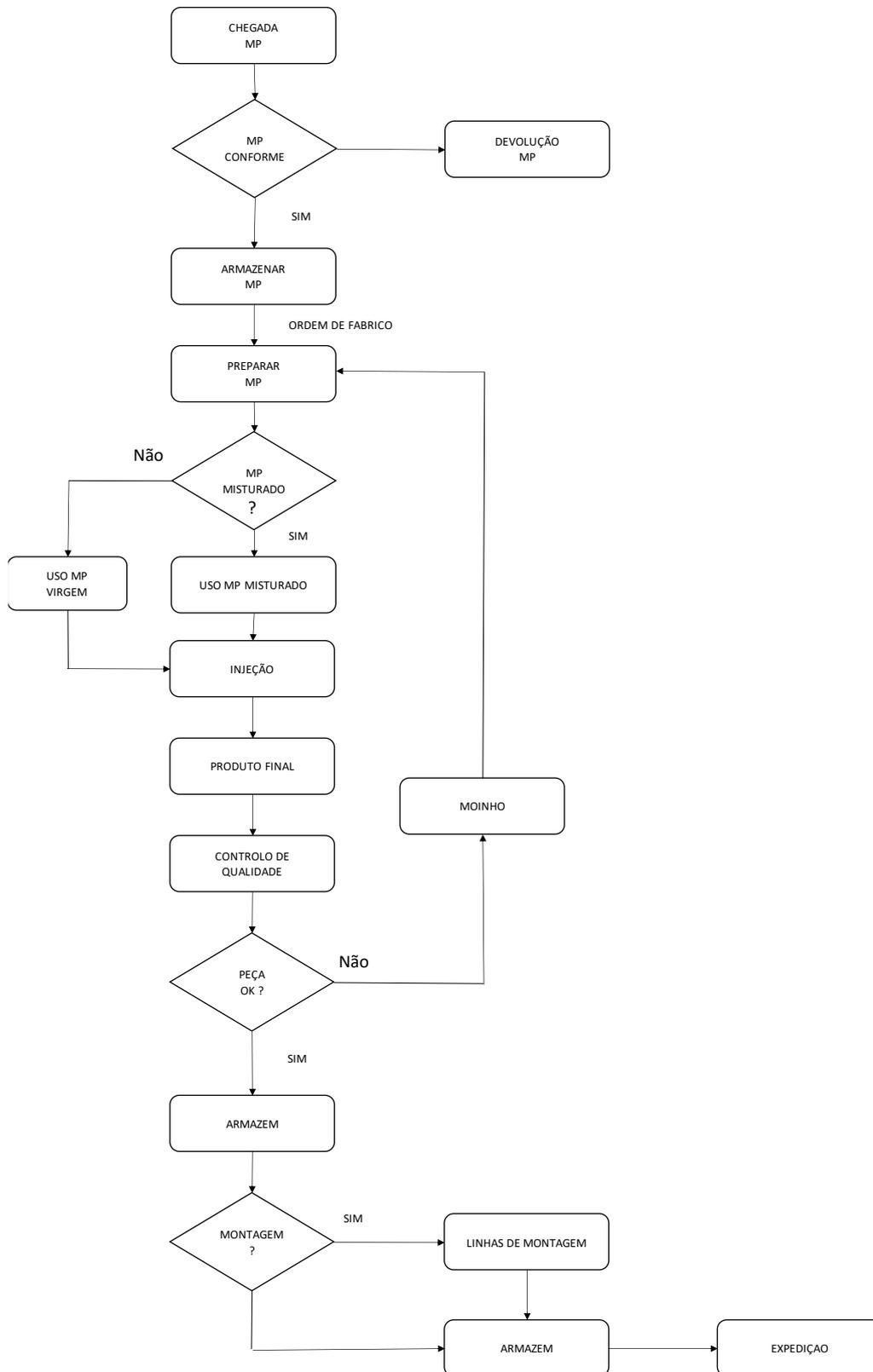


Figura 33 - Fluxograma do sistema produtivo secção de misturas

(elaborado pelo autor)

ANEXO IV – FOLHA EXCEL CÁLCULO CONSUMOS

Tabela 15 – Excerto folha Excel consumos

Referência	Tempo Produção	Material	Consumo	Total
OGKN00003	0	TPE003	7,776	0
OGKN00004	0	TPE006	6,5296552	0
OGKN00005	0	TPE004	3,0985263	0
OGKN00007	0	TPE006	9,728	0
OGKN00009	0	TPE002	4,932878	0
OGKN00010	3	TPE002	9,8777143	711,19543
OGKN00013	0	PA007	5,04	0
OGKN00014	0	PA012	1,56	0
OGKN00021	0	PA012	1,9277419	0
OGKN00025	5	TPE002	9,4163478	1129,9617
OGKN00028	0	TPE002	5,6427907	0
OGKN00030	0	TPE015	11,7568	0
OGKN00033	0	TPE015	8,4208696	0
OGKN00034	0	TPE015	8,3590244	0
OGKN00035	0	TPE015	10,8	0
OGKN00036	5	TPE015	7,8357073	940,28488

ANEXO V – FOLHA EXCEL MÁQUINAS MISTURA

Tabela 16 - Folha Excel mistura semanal

SEMANAL								
Material	Necessidade	Coef Seg (10%)	Stock	Balanço	Octabins	T.Prod. (h)	T.Prod Maq. (h)	Poupança (€)
TPE001	2717	2989	2000	-989	2	6	3	61,00 €
TPE002	11841	13025	5000	-8025	16	48	24	399,20 €
TPE015	2267	2493	1500	-993	2	6	3	54,10 €
TPE016	1616	1778	2800	1022	2	6	3	23,65 €
PCABS009	5076	5584	3100	-2484	5	15	8	66,00 €
PCABS010	985	1084	3000	1916	4	12	6	81,00 €
PCABS011	2719	2991	3000	9	0	0	0	0,00 €
PCABS014	137	151	1000	849	2	6	3	30,80 €
PCABS022	45	50	1500	1450	3	9	5	78,75 €
POM003	624	686	2000	1314	3	9	5	38,10 €
POM018	224	246	2000	1754	4	12	6	56,80 €
ABS030	2309	2540	2000	-540	1	3	2	10,00 €
TPO010	3691	4060	2500	-1560	3	9	5	30,00 €
PMMA001	149	164	1200	1036	2	6	3	51,20 €
PA015	114	126	600	474	1	3	2	13,40 €
PA025	608	669	500	-169	0	0	0	0,00 €
PA034	498	548	1000	452	1	3	2	33,50 €
PC008	59	65	500	435	1	3	2	14,00 €
PBT006	1075	1182	1000	-182	0	0	0	0,00 €

ANEXO VI – CONSUMO DE MATÉRIA-PRIMA ANOS ANTERIORES

Tabela 17 - Folha Excel consumo matéria-prima

Material	2018		2019		2020	
	Consumo	Octabins	Consumo	Octabins	Consumo	Octabins
TPE001	464304	929	329543	659	264840	530
TPE002	733739	1467	639395	1279	480252	961
TPE003	23977	48	22233	44	18271	37
TPE004	2258	5	1374	3	0	0
TPE006	2465	5	0	0	0	0
TPE015	255564	511	228690	457	179132	358
TPE016	145650	291	135656	271	98015	196
TPE025	3936	8	2690	5	2890	6
PCABS009	376691	753	423550	847	394695	789
PCABS010	38443	77	35685	71	33757	68
PCABS011	82933	166	71393	143	68572	137
PCABS014	15204	30	9593	19	7059	14
PCABS022	1664	3	475	1	535	1
POM003	46864	94	62046	124	62104	124
POM005	4000	8	2567	5	0	0
POM018	5819	12	7200	14	7105	14
ABS018	4674	9	2596	5	0	0
ABS030	124369	249	200575	401	112785	226
TPO010	53590	107	7795	16	2923	6
PPS001	22759	46	15957	32	5494	11
PMMA001	2762	6	3929	8	5108	10
PMMA002	5509	11	2999	6	1635	3
PA004	6769	14	14216	28	0	0
PA005	69760	140	31709	63	0	0
PA007	3034	6	3193	6	2076	4
PA015	9543	19	12592	25	11162	22

PA017	18274	37	15826	32	9038	18
PA021	3978	8	326	1	0	0
PA025	59414	119	14452	29	27299	55
PA033	68772	138	33059	66	0	0
PA034	62469	125	37481	75	30906	62
PA035	33433	67	46435	93	25261	51
PA036	40456	81	20103	40	0	0
PA040	1462	3	10418	21	10418	21
PC008	21382	43	17063	34	8686	17
PP023	5914	12	0	0	0	0
PBT006	5058	10	24563	49	21008	42

ANEXO VII – TEMPO PRODUÇÃO MISTURAS ANOS ANTERIORES

Tabela 18 - Folha Excel tempos de produção

Material	2018		2019		2020	
	Ocatbins	Tempo Prod.(horas)	Ocatbins	Tempo Prod.(horas)	Ocatbins	Tempo Prod.(horas)
TPE001	929	2787	659	1977	530	1590
TPE002	1467	4401	1279	3837	961	2883
TPE003	48	144	44	132	37	111
TPE004	5	15	3	9	0	0
TPE006	5	15	0	0	0	0
TPE015	511	1533	457	1371	358	1074
TPE016	291	873	271	813	196	588
TPE025	8	24	5	15	6	18
PCABS009	753	2259	847	2541	789	2367
PCABS010	77	231	71	213	68	204
PCABS011	166	498	143	429	137	411
PCABS014	30	90	19	57	14	42
PCABS022	3	9	1	3	1	3
POM003	94	282	124	372	124	372
POM005	8	24	5	15	0	0
POM018	12	36	14	42	14	42
ABS018	9	27	5	15	0	0
ABS030	249	747	401	1203	226	678
TPO010	107	321	16	48	6	18
PPS001	46	138	32	96	11	33
PMMA001	6	18	8	24	10	30
PMMA002	11	33	6	18	3	9
PA004	14	42	28	84	0	0
PA005	140	420	63	189	0	0
PA007	6	18	6	18	4	12

PA015	19	57	25	75	22	66
PA017	37	111	32	96	18	54
PA021	8	24	1	3	0	0
PA025	119	357	29	87	55	165
PA033	138	414	66	198	0	0
PA034	125	375	75	225	62	186
PA035	67	201	93	279	51	153
PA036	81	243	40	120	0	0
PA040	3	9	21	63	21	63
PC008	43	129	34	102	17	51
PP023	12	36	0	0	0	0
PBT006	10	30	49	147	42	126

ANEXO VIII – COMPARAÇÃO GANHOS SECÇÃO MISTURAS

Tabela 19 - Folha Excel comparação ganhos reais

Material	2018		2019		2020	
	Possíveis Poupanças	Poupanças Reais	Possíveis Poupanças	Poupanças Reais	Possíveis Poupanças	Poupanças Reais
TPE001	28 334,5 €	6 942,0 €	20 099,5 €	5 607,8 €	16 165,0 €	5 932,6 €
TPE002	36 601,7 €	8 967,4 €	31 911,1 €	8 903,2 €	23 977,0 €	8 799,5 €
TPE003	1 608,0 €	394,0 €	1 474,0 €	411,2 €	1 239,5 €	454,9 €
TPE004	94,8 €	23,2 €	56,9 €	15,9 €	0,0 €	0,0 €
TPE006	102,0 €	25,0 €	0,0 €	0,0 €	0,0 €	0,0 €
TPE015	13 822,6 €	3 386,5 €	12 361,9 €	3 449,0 €	9 683,9 €	3 554,0 €
TPE016	3 441,1 €	843,1 €	3 204,6 €	894,1 €	2 317,7 €	850,6 €
TPE025	157,2 €	38,5 €	98,3 €	27,4 €	117,9 €	43,3 €
PCABS009	9 939,6 €	2 435,2 €	11 180,4 €	3 119,3 €	10 414,8 €	3 822,2 €
PCABS010	1 559,3 €	382,0 €	1 437,8 €	401,1 €	1 377,0 €	505,4 €
PCABS011	3 818,0 €	935,4 €	3 289,0 €	917,6 €	3 151,0 €	1 156,4 €
PCABS014	462,0 €	113,2 €	292,6 €	81,6 €	215,6 €	79,1 €
PCABS022	78,8 €	19,3 €	26,3 €	7,3 €	26,3 €	9,6 €
POM003	1 193,8 €	292,5 €	1 574,8 €	439,4 €	1 574,8 €	578,0 €
POM005	70,0 €	17,2 €	43,8 €	12,2 €	0,0 €	0,0 €
POM018	170,4 €	41,7 €	198,8 €	55,5 €	198,8 €	73,0 €
ABS018	109,8 €	26,9 €	61,0 €	17,0 €	0,0 €	0,0 €
ABS030	1 245,0 €	305,0 €	2 005,0 €	559,4 €	1 130,0 €	414,7 €
TPO010	535,0 €	131,1 €	80,0 €	22,3 €	30,0 €	11,0 €
PPS001	2 217,2 €	543,2 €	1 542,4 €	430,3 €	530,2 €	194,6 €
PMMA001	153,6 €	37,6 €	204,8 €	57,1 €	256,0 €	94,0 €
PMMA002	148,0 €	36,2 €	80,7 €	22,5 €	40,4 €	14,8 €
PA004	420,0 €	102,9 €	840,0 €	234,4 €	0,0 €	0,0 €
PA005	2 156,0 €	528,2 €	970,2 €	270,7 €	0,0 €	0,0 €
PA007	93,0 €	22,8 €	93,0 €	25,9 €	62,0 €	22,8 €

PA015	254,6 €	62,4 €	335,0 €	93,5 €	294,8 €	108,2 €
PA017	442,2 €	108,3 €	382,4 €	106,7 €	215,1 €	78,9 €
PA021	161,2 €	39,5 €	20,2 €	5,6 €	0,0 €	0,0 €
PA025	2 112,3 €	517,5 €	514,8 €	143,6 €	976,3 €	358,3 €
PA033	4 402,2 €	1 078,5 €	2 105,4 €	587,4 €	0,0 €	0,0 €
PA034	4 187,5 €	1 025,9 €	2 512,5 €	701,0 €	2 077,0 €	762,3 €
PA035	1 018,4 €	249,5 €	1 413,6 €	394,4 €	775,2 €	284,5 €
PA036	2 604,2 €	638,0 €	1 286,0 €	358,8 €	0,0 €	0,0 €
PA040	203,3 €	49,8 €	1 422,8 €	396,9 €	1 422,8 €	522,1 €
PC008	602,0 €	147,5 €	476,0 €	132,8 €	238,0 €	87,3 €
PP023	94,2 €	23,1 €	0,0 €	0,0 €	0,0 €	0,0 €
PBT006	247,5 €	60,6 €	1 212,8 €	338,4 €	1 039,5 €	381,5 €